DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Fünfter Jahrgang. 16. Februar 1917. Heft 7.

Der gegenwärtige Stand unserer Kenntnis vom Schutz gegen Schall und Erschütterungen.

Von Dipl.-Ing. K. Hencky, München,

Assistent am Laboratorium für technische Physik an der K. Technischen Hochschule.

Auf dem Gebiete des Bauwesens, das in Hinsicht auf die architektonische Wirkung eine so beachtenswerte Höhe erreicht hat, machen sich in neuerer Zeit die störenden Einflüsse des Schalls und der Erschütterungen in immer stärkerem Maße bemerkbar. Die Vorteile neuerer Bauweisen sowie besonders finanzielle Rücksichten waren die Ursache, daß man beim Bauen auf die Schallbelästigung oft nicht genügend Bedacht nahm. Dieser Verzicht auf ausreichenden Schallschutz findet zum Teil auch darin seine Erklärung, daß noch eine gewisse Unsicherheit in der Anwendung und der Auswahl der Mittel zur Schalldämpfung bestanden hat, die, wie wir sehen werden, in der Eigenart des vorliegenden Problems begründet ist. Diese Unkenntnis darf trotz der Reichhaltigkeit der physikalischen Literatur nicht weiter überraschen, da es meist sehr schwer zu entscheiden ist, in welchem Maße die Resultate rein physikalischer Forschung für die technische Praxis Bedeutung haben. Im Interesse aller war es daher gelegen, daß in besonderen, den praktischen Verhältnissen Rechnung tragenden Versuchen eine Klärung dieser Fragen herbeizuführen unternommen wurde. Hierher gehören in erster Linie die im Laboratorium für technische Physik an der Kgl. Technischen Hochschule in München von *Berger* und *Ottenstein* durchgeführten Arbeiten und die von *Weisbach* an der Universität Leipzig ausgeführten Untersuchungen. Die Ergebnisse dieser seit mehreren Jahren im Gange befindlichen Arbeiten sollen im folgenden kurz auseinandergesetzt werden, da sie bereits zu wertvollen Resultaten geführt haben, welche zweifellos allgemeines, über die Fachkreise hinausreichendes Interesse beanspruchen dürfen.

Die Fortpflanzung des Schalls findet im allgemeinen teils durch die Luft, teils durch feste Körper statt. Ein gesprochenes Wort wird z. B. durch die Luft übertragen, welche Schallausbreitung wir als „Luftschall" bezeichnen wollen. Im Gegensatz hierzu werde die Geräuschübertragung in festen Körpern als „Bodenschall" gekennzeichnet. In praktisch vorliegenden Fällen hat man es meist mit einem Zusammenwirken beider Schallarten zu tun. Eine Trennung bei akustischen Betrachtungen ist dennoch notwendig geworden, weil beide Möglichkeiten der Schallbelästigung zu ihrer wirksamen Dämpfung voneinander ganz wesentlich verschiedene Maßnahmen erfordern. Es sollen daher zunächst die Verhältnisse bei Luftschall näher betrachtet und dann die bei Bodenschalleitung zu beachtenden Gesichtspunkte besprochen werden.

I. Luftschall:

Für die Fortpflanzung des in einem geschlossenen Raume entstandenen Luftschalles treten ganz analog den Verhältnissen bei der Wärmestrahlung drei Möglichkeiten in Erscheinung. Ein Teil der Schallenergie wird nach Auftreffen auf die Wände von deren Oberfläche wieder reflektiert, ein Teil dringt in die Wand ein und wird durch Überführung in eine andere Energieform absorbiert. Der Rest endlich durchdringt die Wand und tritt auf der Gegenseite als Luftschall wieder auf. Die von den Wänden zurückflutende und im Raume wieder gehörte Schallenergie führt zu der Erscheinung des Nachhalles, die letzte von der Wand hindurchgelassene Schallmenge bewirkt eine unerwünschte Schallbelästigung in dem Nebenraume.

Der Nachhall, welcher die immer wieder auftauchende Frage nach der Ursache der „Akustik" von Zimmern, Sälen und sonstigen geschlossenen Räumen umfaßt, tritt nach zwei Richtungen störend hervor, erstlich durch die Größe der reflektierten Schallenergie, welche auf die Volumeneinheit bezogen mit Energiedichte bezeichnet sei, und zweitens durch die Dauer des Nachhalles, d. h. derjenigen Zeit, die vom Augenblick des Abbrechens des Tones bis zu dessen Verschwinden im Raume verstreicht. Die Theorie[1]) zeigt, daß bei gegebener ausgesandter Schallenergie die Energiedichte und ebenfalls auch die Dauer des Nachhalles mit der Vergrößerung der Oberflächen und der Verminderung ihres Reflexionsvermögens abnimmt. Unter Oberflächen sind nicht nur die Begrenzungsflächen des Raumes zu verstehen, sondern auch die Oberflächen sämtlicher im Raume vorhandener Gegenstände, einschließlich der Oberflächen von Verzierungen, Wandrippen usw. Es kann daher durch eine starke Gliederung der Wände eine entsprechende Verminderung des Nachhalles bewirkt werden.

Das Reflexionsvermögen der Wände ist durch passende Wahl des Materials in den erforderlichen Grenzen zu halten. Da Öffnungen (offene Türen

[1]) *G. Jäger,* Zur Theorie des Nachhalles. Sitz.-Bericht der K. Akademie der Wiss. in Wien, math.-naturw. Klasse Bd. CXX, 1911, Abt. II a.

und Fenster) keinen Schall zurückwerfen, ist deren Reflexionsvermögen = 0. Demgegenüber sind Wände sehr stark reflektierend, wie Versuche von *Sabine*[1]) zeigen. Es ist z. B. das Reflexionsvermögen für

Offenes Fenster	= 0,000
Fichtenholzverkleidung	= 0,939
Glas von einfacher Dicke	= 0,973
Mörtelbewurf auf Ziegel	= 0,975

Durch Behängen der Wände mit Stoff, Tapete usw. wird das Reflexionsvermögen stark herabgesetzt. Dies beruht darauf, daß die feinen stark luftdurchlässigen Gewebe den Schall fast ungehindert durchlassen, worauf er durch die oftmalige, jedesmal mit Verlusten verbundene Reflexion zwischen Wand und Gewebe eine starke Dämpfung erfährt. Auch für diese Gewebe liegen Versuchszahlen vor:

Haarfilz, 2,5 cm stark	= 0,22
Teppiche	= 0,70
Vorhänge	= 0,77
Linoleum auf Fußboden	= 0,88
einzelner Mann	= 0,52
einzelne Frau	= 0,46
Publikum pro qm	= 0,04

Die beiden für die Nachhalldämpfung wichtigen Faktoren, die Vergrößerung der Oberfläche und die Verminderung des Reflexionsvermögens, sind aus den letzten drei genannten Versuchszahlen besonders gut in ihrer Einzelwirkung zu erkennen. Während ein Mann oder eine Frau hauptsächlich durch das geringe Reflexionsvermögen der Kleider eine Dämpfung auf 52 (46) % des ursprünglichen Schalles bewirkt, bringt eine Vermehrung der schallabsorbierenden Oberfläche, wie sie durch Anwesenheit mehrerer Personen geschieht, eine weitere starke Herabsetzung bis auf 4 % zustande. Die Anwesenheit einer hinreichend großen Besucherzahl ist demnach bei Aufführungen in Konzertsälen und Theatern von hoher Bedeutung.

Die Größe des Reflexionsvermögens eines Materials hängt auch noch von der Schichtdicke ab, und zwar in dem Sinne, daß mit der Schichtdicke das Reflexionsvermögen nicht proportional, sondern verzögert abnimmt; dabei ist noch festzuhalten, daß tiefe Töne weiter eindringen als hohe Töne. Demgemäß genügen bei letzteren dünnere Schichten als bei tiefen Tönen.

Die auf die Wand aufgetroffene Schallenergie, welche nicht reflektiert wird, dringt in dieselbe ein, wobei sie je nach Materialbeschaffenheit weiterhin absorbiert wird, der verbleibende Rest dringt hindurch und wird auf der anderen Seite als Luftschall von unserem Ohr wieder empfunden. Diese Schallübertragung auf die Nebenräume kann in dreierlei Weise erfolgen. Die erste ist die, bei welcher die molekularen Teilchen der Wand beim Auftreffen des Schalles in wellenförmige Schwingungen geraten, die Wand als Ganzes aber in Ruhe bleibt. Die Wellenbewegung durchsetzt die Wand unter Schwächung der Amplituden infolge der inneren Reibung. Schon aus theoretischen Erwägungen folgt, daß die Verminderung der Amplitude auch bei nur ganz dünnen Schichten eine sehr intensive ist und dadurch die auf solche Art übertragene Schallenergie verschwindend klein wird.

Wichtiger ist die zweite Art der Schallübertragung, welche in der Luftdurchlässigkeit der Materialien gegeben ist. Denn der Schall kann in den lufterfüllten Poren von Pore zu Pore übertragen werden und so die Wand durchdringen, ohne den festen Teil derselben in Schwingungen zu versetzen. Da hier die Luft der Schallträger bleibt, findet die Umwandlung des Schalles in eine andere Energieform nicht statt und es treten keinerlei dämpfende Umsetzungsverluste auf. Wir erkennen daher die hohe Bedeutung der Luftundurchlässigkeit für eine wirksame Schallisolation. Die Annahme, daß die Schallwellen beim Übergang von einer Luftpore zur anderen stark gedrosselt werden, hat sich nur in geringem Maße bestätigt gezeigt. Die Untersuchung poröser Körper hat dabei etwa eine proportionale Abnahme der Schalldurchlässigkeit mit der Abnahme der Luftdurchlässigkeit ergeben.

Ist daher auch beim Luftschallschutz die möglichste Luftdichtheit notwendig, so ist sie doch nicht hinreichend, denn es verbleibt noch eine dritte, gleichfalls sehr wirksame Art der Schallübertragung bestehen, die dadurch gekennzeichnet ist, daß die Wand als Ganzes unter dem Einfluß der auffallenden Schallenergie Durchbiegungen erfährt. Diese Biegungsschwingungen übertragen sich dann auf die jenseits gelegene Luftmasse. Über diese Art des Schalldurchganges sind wir besonders gut unterrichtet. Da gemäß obiger Vorstellung die Schwingungsamplitude der an die Rückseite der Wand grenzenden Luft mit derjenigen der Wand oder dem Betrag ihrer Durchbiegung proportional ist, kann angenommen werden, daß die Schalldurchlässigkeit nach den Gesetzen der statischen Durchbiegung einer Platte beurteilt werden darf. Die Größe dieser Durchbiegung und damit die Schalldurchlässigkeit hängt zunächst von den Auflagerbedingungen ab, d. h. davon, ob die Platte frei aufliegend oder am Rande eingespannt ist; im ersten Falle ist die Durchbiegung 4-mal so groß wie im letzteren. Versuche hierüber liegen nicht vor, wohl aber zahlreiche über den Einfluß der Plattenmasse, welche in der dritten Potenz die Durchbiegungen verkleinert. Unabhängig voneinander fanden *Weisbach*[1]) und *Berger*[2]) die Abnahme der Schall-

[1]) *Sabine*, The American Architect and Building News, LXVIII, April 7, 1900 f.

[1]) *Weisbach*, Versuche über Schalldurchlässigkeit, Schallreflexion und Schallabsorption. Diss. Leipzig, 1910. Ders., Bauakustik, Berlin, Julius Springer 1913.

[2]) *R. Berger*, Über die Schalldurchlässigkeit, Diss. München 1911. Ders., Versuche über die Durchlässigkeit gegen Luftschall, Gesundheits-Ingenieur 1911, Nr. 51, S. 925.

durchlässigkeit mit dem Plattengewicht. Fig. 1 gibt ein graphisches Bild dieser Gesetzmäßigkeit nach Versuchen von *Berger*. Zu deren zahlenmäßiger Veranschaulichung sind in Tabelle 1

Tabelle 1.

Material	Dicke mm	Gewicht kg	Relative Schalldurchlässigkeit
Luft	—	—	100
Preßkork	15	1,29	77,5
Filz	15	1,80	70
Holz	15	2,83	57
Beton	15	14,60	15
Eisenblech	5	16,75	13,2
Bleiblech	2	25,20	9,4

die Durchlässigkeitszahlen für verschiedene Materialien zusammengetragen, wie sie aus der Fig. 1 abgelesen werden können. Eine eingehende

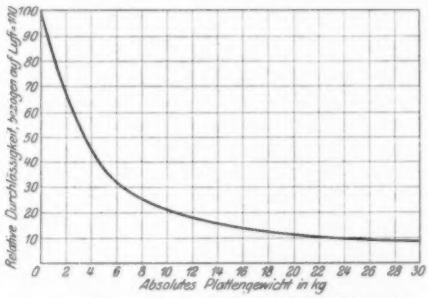


Fig. 1. Beziehung zwischen Schalldurchlässigkeit und Gewicht eingespannter quadratischer Platten (nach *Berger*).

theoretische Betrachtung ergibt in Übereinstimmung mit obigen Versuchen die Regel, daß man als Isolator einen Stoff anwenden muß, bei dem das Produkt aus Dichte und Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Schalles möglichst stark von dem für Luft geltenden abweichen soll. Dies trifft in der Tat für schwere Wände zu.

Aus dem asymptotischen Verlauf der Durchlässigkeitskurve erkennt man ferner noch, daß von einem bestimmten Gewichte an für gleiche Schallstärke und bei gleicher Luftundurchlässigkeit der Platte nur mehr eine sehr kleine Verminderung der Schalldurchlässigkeit erreicht werden kann, so daß diese in keinem Verhältnis zu den gemachten Aufwendungen steht. Bei diesem Tatbestand muß demnach darauf verzichtet werden, durch weitere Vermehrung des Gewichtes und entsprechend feste Auflagerung der Wände, Decken usw. die Ausbildung von Biegungsschwingungen zu verhindern. Eine weitere Dämpfung kann vielmehr nur davon erwartet werden, daß durch geeignete Mittel die Schallwellen vor dem Auftreffen auf die schwingungsfähigen Wandteile abgefangen werden oder daß die Ausbreitung der einmal entstandenen Biegungsschwingungen unterbunden wird. Ersteres wird erreicht, wenn die Oberflächen der Wände sehr stark absorbierend gestaltet werden, indem sie mit plastischen Stoffen z. B. Plastellin, belegt werden. Die Wirkung dieser Materialien beruht darauf, daß sie die Schwingungsenergie in nicht umkehrbare Formänderungsarbeit verwandeln und so nicht weiter gelangen lassen. — Die Ausbreitung entstandener Schwingungen kann wirksam hintangehalten werden, wenn die Wände aus mehreren Materialien mit entsprechenden zur Schwingungsdämpfung geeigneten Zwischenlagen zusammengesetzt werden. Die gute Schalldämpfung und die Art der Zusammenstellung solcher Wandkombinationen zeigen die in Tabelle 2 enthaltenen Angaben[1]). Als Vergleichswand ist darin eine Ziegelmauer von 120 mm Dicke gewählt, deren Schalldurchlässigkeit gleich 100 gesetzt ist.

Tabelle 2.

Wand Nr.	Relative Schalldurchlässigkeit	Wandgewicht	Schicht I	Schicht II	Schicht III
1	100	222	—	—	Ziegel 120 mm stark
2	80	237	Preßkork 30 mm	Korkpulver 50 mm	„ „
3	73	300	„ „	Schweißsand 50 mm	„ „
4	72	270	—	Lehm. trock. 30 mm	„ „
5	33	285	—	Lehm. halbtrocken	„ „
6	25	300	—	Lehm. naß	„ „

Nr. 1, 2, 3 gibt ein Bild der Schalldämpfung durch die Zwischenlager Korkpulver[2]) und Schweißsand. Aus den Zahlenwerten zu Versuch Nr. 4, 5, 6 geht besonders deutlich die schalldämpfende Wirkung plastischer Stoffe (nasser Lehm) hervor, welche hier nicht als Außenbelag, sondern als Zwischenschicht gleichfalls stark dämpfend wirken.

Diese Methode der Luftschalldämpfung durch zusammengesetzte Wände ist im eigentlichen Sinne schon ein Problem der Bodenschalldämpfung, da es sich doch darum handelt, die Ausbreitung von Schwingungen einer Wand zu verhindern. Es kann daher nicht weiter befremden, wenn statt schwerer Materialien bei den Wandkombinationen gerade absichtlich diejenigen leichten, lose ge-

[1]) *R. Ottenstein*, Über Schalldurchlässigkeit von Baumaterialien und ausgeführten Wänden. Gesundheits-Ingenieur 1913, Nr. 19, S. 345.

[2]) Es muß hier ausdrücklich darauf hingewiesen werden, daß Kork ein leichtes, luftdurchlässiges Material ist und deshalb nach dem früher Gesagten für sich allein verwendet keinerlei merkliche Luftschalldämpfung besitzen würde.

schütteten Stoffe benutzt werden müssen, welchen wir bei Betrachtung der Bodenschalldämpfung wieder begegnen werden.

II. Bodenschall.

Bodenschall entsteht dann, wenn einem Körper Gelegenheit gegeben ist, seine Schwingungen auf den Boden zu übertragen. Von den hierher gehörigen Schwingungsarten sind für die Technik am wichtigsten:

1. Verdichtungswellen (Fig. 2),
2. Schubwellen (Fig. 3),
3. Dehnungswellen in Stäben (Fig. 4),
4. Oberflächenwellen (Fig. 5),
5. Biegungswellen (Fig. 6).

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 6.

Welche Wellenbewegung jeweils auftritt, hängt von der Art des Stoßes und der inneren Beschaffenheit der stoßenden Körper ab. In absolut unelastischen oder plastischen Stoffen ist das Auftreten von Wellen unmöglich[1]).

Die auf Seite 99 bereits erwähnte, für die Schwingungsdämpfung gültige Regel kommt auch für Bodenschalldämpfung zur Anwendung. Demgemäß ist als Isolator ein Material zu verwenden, dessen spezifisches Gewicht und dessen Schallgeschwindigkeit möglichst von den entsprechenden Größen desjenigen Stoffes abweichen, von dem der Schall herkommt.

Da sich Erschütterungen in spezifisch schweren Stoffen mit hoher Schallgeschwindigkeit fortpflanzen, sind gemäß obiger Regel zur Dämpfung von Bodenschall leichte und lose geschüttete Materialien besonders geeignet, da sich in diesen der Schall mit geringerer Geschwindigkeit ausbreitet.

Für Bodenschallisolation kommen daher auch Luftzwischenräume in Frage. Diese sind in der Tat ein einfaches Mittel und man wendet sie insbesondere gegen Oberflächenwellen mit Erfolg an, indem z. B. rings um Maschinen tief in den Boden dringende schmale Luftspalten vorgesehen werden. Eine gleich gute Dämpfung tritt bei den Verdichtungswellen und Schubwellen ein. Müssen solche Luftzwischenräume teilweise durch feste Körper überbrückt werden, so können sich dennoch die Wellen ausbreiten. Es ist daher wichtig, auf allen Seiten für Isolierung des Schwingungsherdes Sorge zu tragen. Zu diesem Zwecke müssen die Flächen, an welchen die Übertragung von Kräften stattfindet und sich aus diesem Grunde die Anwendung von Luftzwischenräumen verbietet, durch Zwischenlagen aus besonders geeigneten Materialien isoliert werden. Solche Stoffe sollen große Dickenänderungen aushalten und dürfen auch in längeren Zeiträumen trotz der hohen Belastung von ihrer Elastizität nichts verlieren. Außerdem müssen sie gemäß obiger allgemeiner Regel spezifisch leicht sein und den Schall mit möglichst kleiner Geschwindigkeit weiter leiten. Diese Bedingungen werden erfüllt von Korkstein, Eisenfilz, Gewebebauplatten, Gummi und anderen, ferner auch von lose geschütteten Materialien, wie Korkmehl, Sand, Kies. Voraussetzung dabei ist aber, daß die Stoffe lufttrocken sind und es auch dauernd bleiben. Denn bei wasserhaltigen Aufschüttungen wirkt das Wasser selbst als wirksamer Schallträger[1]).

Die Wirksamkeit derartiger isolierender Unterlagen[2]) wurde an einem in der Praxis häufiger vorkommenden Fall untersucht, nämlich bei den Schwingungen einer Decke, welche sich unter dem Einflusse eines darauf befestigten Motors ausbildeten. Dabei zeigte sich, daß die Deckenschwingungen (Fig. 7) mit Steigerung der Maschinendrehzahl (also der Stoßimpulse) zunehmen, dann abnehmen und wieder zunehmen, so daß bei der graphischen Darstellung fortwährend Berge und Täler abwechseln. Die bei den einzelnen Unterlagen auftretenden Ausschläge sind niedriger als die ohne die Unterlagen entstehenden. Aus Fig. 7 ist weiter zu ersehen, daß die kritischen Drehzahlen und damit die Höchstausschläge nach den niederen Drehzahlen sich verschieben. Muß z. B. die Maschine mit 2500 Umdrehungen laufen, so erweist sich die Unterlage

[1]) Plastische Stoffe sind daher die einzigen Materialien, welche Luft- und Bodenschall gleichzeitig dämpfen.

[1]) Bei Unterwassersignalen macht man von dieser Erscheinung absichtlich Gebrauch.

[2]) *R. Berger*, Über Erschütterungen. Gesundheits-Ingenieur 1913, Nr. 24, S. 433.

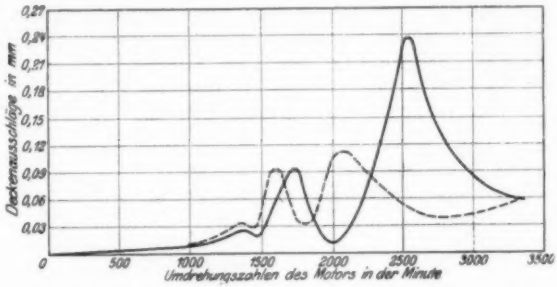
einer Gewebebauplatte als gut schalldämpfend. Die Verschiebung der Wellenberge bringt es aber mit sich, daß gerade das Umgekehrte der Fall wäre, wenn die Maschine z. B. mit 2000 Touren sich drehen müßte. Es kann daher über die Güte eines Materials in Laboratoriumsversuchen eine generelle Entscheidung nur insofern getroffen werden, als es sich um die Feststellung der Höhe des mittleren Bodenausschlages handelt, welcher wiederum dem Höchstausschlag proportional gesetzt werden darf. Das Auftreten der Wellenberge ist von örtlichen Verhältnissen abhängig und es muß von Fall zu Fall ein bestimmtes Material ausgewählt werden. Diese Entscheidung ist außerordentlich schwierig, da insbesondere der Technik noch ein transportables Instrument fehlt, welches die Schwingungen einer Decke in absolutem Maße aufzuzeichnen vermag. Jene Laboratoriumsversuche[1]) haben ferner noch das wichtige Ergebnis gezeitigt, daß die Amplituden bei gleicher Stoßkraft mit zunehmendem Auflagerdruck der Maschine abnehmen. Es empfiehlt sich daher, zur Übertragung der Schwingungen des stoßenden Körpers für eine große Berührungsfläche desselben mit der die Schwingungen aufnehmenden Wand zu sorgen.

Bei der praktischen Durchführung der Bodenschallisolierung erscheint es zweckmäßig, diese gleich am Schwingungsherd selbst vorzunehmen. Dieser Fall ist vor allem bei Maschinen gegeben. Nach dem Grundsatze, daß alle Teile isoliert sein müssen, wird man die ganze Maschine einschließlich Fundament (Fig. 8) unter Anwendung von Luftfugen (*F*) und, wo Kräfte zu übertragen sind, durch Einlegen von Zwischenlagen (*Z*) isolieren. Diese Art der Isolierung setzt voraus, daß unter dem Maschinenfundament reichlich Raum vorhanden ist, wie es bei allen auf dem Erdboden aufzustellenden Maschinen zutrifft. Die Isolierung hat jedoch ohne Luftfugen und nur mit Zwischenlagen zu geschehen, wenn der Schwingungsherd auf dünnen Deckenkonstruktionen ruht. (Fig. 9.) Tief eingeschnittene Luftfugen würden hier eine so starke Schwächung der zur Tragfähigkeit notwendigen Wandstärke bedingen, daß die Durchbiegungen der Wand verstärkt würden und dadurch die Biegungsschwingungen in höherem Maße auftreten müßten. In diesen Fällen sind alle einzelnen Teile für sich mit Zwischenlagen zu unterbauen. Es darf dabei nicht übersehen werden, daß auch alle an die Maschine angeschlossenen Rohrleitungen durch Isolierung gehindert werden, ihrerseits die Maschinenschwingungen fortzuleiten.

Die Übertragung der Erschütterungen von Straßen auf die Gebäude möge nur kurz gestreift werden. Da es sich hier in erster Linie um Oberflächenwellen handelt, kann man durch Luftspalten (Gräben) schon viel erreichen. Auch die Vorgärten bieten hierzu ein einfaches Mittel, wenn darin die Erde tief aufgelockert wird. Gräben dürfen eventuell mit lockerem Kies u. a. aufgefüllt werden. Besondere Aufmerksamkeit kommt heute auch der Geräuschbelästigung durch Straßenbahnen, Untergrundbahnen zu. So wurde z. B. die Untergrundbahn in Berlin an vielen Stellen derart isoliert, daß die Tunnelanlage vom Unterbau durch Kiesschichten getrennt wurde. Die Mittelstützen der Decke waren durch die Tunnelsohle auf den Grund geführt, ohne jene zu berühren.

Auch für das Bauwesen ergeben sich aus den Forschungsergebnissen wohl zu beachtende Grundsätze. Homogene Bauweise unterstützt die Bodenschalleitung, ganz besonders dann, wenn hartes Material zur Anwendung kommt, weil es sehr hohe Schallgeschwindigkeit und hohes spezifisches Gewicht besitzt[1]). Am gefährlichsten sind in dieser Hinsicht Eisenbetonbauten.

Die Wände selbst (Tragmauern) können aus Festigkeitsgründen und wegen der hohen Pressun-



—— Motor ohne Zwischenlage an der Decke festgeschraubt.
------ Motor mit Zwischenlage einer Gewebebauplatte.
Fig. 7. Schwingungen einer Decke unter dem Einfluß eines Motors.

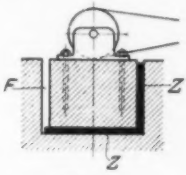


Fig. 8.

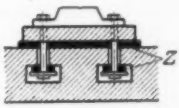


Fig. 9.

[1]) *R. Ottenstein*, Über den Schutz gegen Schall und Erschütterungen. Diss. München 1915 und Beiheft *1* zum Gesundheits-Ingenieur. Serie 2, 1916.

[1]) Es ist jedoch damit eine hohe *Luft*schalldämpfung verbunden, worauf die im I. Teil angeführten Gesetzmäßigkeiten hinweisen.

gen nicht auf elastische Unterlagen gestellt werden. Die Fortleitung des etwa durch Beklopfen entstandenen Bodenschalles kann daher in den Tragmauern nicht vermieden werden. Dagegen müssen die Decken gegen die Wände zu isoliert werden, indem die in der Wand liegenden Trägerköpfe mit Isoliermitteln (Eisenfilz) umkleidet und insbesondere Fußböden mit Belag aus Korklinoleum versehen werden, wodurch eine außerordentliche Dämpfung der Tritte bewirkt wird. Eine gute Lösung ist bei den amerikanischen Wolkenkratzern zur Ausführung gekommen. Diese sind nach der Art eines Stahlgerüstes gebaut und alle Wände und Decken in kleineren Stücken eingesetzt, so daß durch den oftmaligen Schichtwechsel eine erhebliche Beeinträchtigung der Schalleitung erzielt wird.

Betrachten wir noch näher, in welcher Weise uns Bodenschall bemerkbar wird, so müssen wir feststellen, daß die Schallenergie in festen Bauteilen an sich weniger stört, denn nur selten kommt unser Ohr in so innige Berührung mit den Wänden usw., daß eine direkte Schalleitung stattfinden könnte. Die Unannehmlichkeiten beginnen vielmehr erst, wenn der Schall von den festen Körpern an die Luft übergeht, sich also *sekundär* in Luftschall umwandelt. Dieser Luftschall ist im Gegensatz zu dem im ersten Teile behandelten wesentlich störender, weil die Energiemengen bedeutend größer sind. Die Vermittlung dieser Schallumsetzung ist besonders groß bei Wänden, welche starke Biegungsschwingungen ausführen können, also bei dünnen, sehr elastischen Wänden (z. B. Holzbelag). Moderne Spekulationsbauten mit Zimmerwänden aus Gipsdielen, Drahtputz sind in diesem Sinne vollkommen zu verurteilen, ebenso der harte Gips- oder Zementputz, demgegenüber sich der Lehmkalkputz als gut erweist.

Wenn auch all diese im Laboratorium und in der Praxis gesammelten Erfahrungen des Schutzes gegen Schall und Erschütterungen die notwendigen Maßnahmen grundsätzlich festzulegen vermocht haben, so ist das Problem noch keineswegs gelöst, ja es scheint, als ob es verwickelter geworden wäre. Verwickelt besonders deshalb, weil einerseits in praktisch vorliegenden Fällen beide Arten der Schallübertragung zusammenwirken und gemeinsam bekämpft werden müssen, andererseits aber der Schutz gegen Luftschall Materialien erfordert, die zum großen Teile bei Bodenschall die entgegengesetzte Wirkung erzielen. Ein besonders charakteristisches Beispiel hierfür ist die Telephonzelle. Bei ihr sind folgende Gesichtspunkte zu beachten. Erstens darf die Schallenergie, da sie an der Ausbreitung gehindert wird, in der Zelle selbst sich nicht so anhäufen, daß die Erscheinung des Nachhalles das Sprechen erschwert. Zweitens soll der durch die Gespräche hervorgerufene Schall nicht hinaus- und der Außenlärm nicht hineindringen. Zu letzterem gehört auch, daß die Bodenschalleitung verhindert wird. — Zur Hintanhaltung zu starken Nachhalles in der Zelle sind die Innenwände stark absorbierend auszugestalten, soweit die Ansprüche auf Sauberkeit und Staubfreiheit das Abgehen von glatten Oberflächen gestatten. Die Undurchlässigkeit für Luftschall wird vor allem durch vollkommene Luftdichtheit der Wände, der Türe und der Fenster erreicht. Letztere sind in ihrer Größe tunlichst zu beschränken und mit starkem Glas auszuführen. Die Konstruktion der Wände muß die Entstehung von Biegungsschwingungen wirksam verhindern. Endlich ist die Zelle durch Zwischenlagen aus Kork u. a. gegen Bodenschall ausreichend zu schützen. — In ganz ähnlicher Weise muß in den unzählig vielen Fällen des Schallschutzes verfahren werden.

In so verschiedenartiger Gestalt uns bei dieser praktischen Durchführung der Isolierung das Schallproblem auch begegnen mag, es läßt sich stets auf eine der zwei Erscheinungsformen zurückführen, nämlich auf den Schutz gegen Luftschall oder Bodenschall. Die Grundbedingung für den Schutz gegen Luftschall war in erster Linie die Luftundurchlässigkeit und geeignete Vorkehrungen, welche entweder die Entstehung von Biegungsschwingungen der schallschützenden Wände hintanhalten (totes Gewicht und Belag mit plastischen Stoffen) oder die Ausbreitung derselben verhindern (zusammengesetzte Wände).

Bei der Bodenschallisolierung war die vollkommene Trennung des schwingenden Körpers von den angrenzenden Massen erstes Erfordernis. Am besten geschieht dies durch Anordnung von Luftspalten. Wo diese Möglichkeit nicht besteht, tritt als Ersatz eine Trennschicht aus leichten, elastischen Stoffen oder aus lose geschüttetem Material. Nach wie vor ist aber daran festzuhalten, daß jeder Schall und jede Erschütterung am besten am Entstehungsherde selbst bekämpft werden soll, und hierzu gehört nicht in letzter Linie, daß der Wille der Menschen in gegenseitigem Interesse sich darauf richtet, jegliche Art der Geräuscherzeugung auf das notwendige Minimum zu beschränken.

Über die Ursache der Bildung von Schwefelkieslagern.

Von V. Rodt, Berlin-Lichterfelde.

Der Schwefelkies bildet einen der wichtigsten Rohstoffe der chemischen Großindustrie. Durch Abrösten wird aus ihm die Schwefelsäure — das direkte oder indirekte Ausgangsmaterial der meisten chemischen Produkte — gewonnen.

In der Natur findet er sich nicht nur in den bekannten isomorphen Formen des tesseral kristallisierenden Pyrites und des rhombischen Markasites, sondern kommt auch häufig in derben Stücken und Knollen vor, denen man die ver-

schiedensten Namen gegeben hat, wie Strahlkies, Leberkies, Wasserkies usw. Während man bis zum Jahre 1831 annahm, daß der Schwefelkies auf vulkanischem Wege, also im Schmelzfluß, entstanden sei, hielt der bekannte Chemiker und Geologe *Bischof* im genannten Jahre dieser Anschauung der Plutonisten zahlreiche Beobachtungen entgegen, die dieser Hypothese widersprachen. Er hatte sehr viele Fälle von an Pflanzenteilen anhaftenden Schwefelkiesbildungen beobachtet und hob bereits damals hervor, daß es sich in diesen Fällen hauptsächlich um die stark schwefelhaltigen Fucusarten handelte, an denen solche Anlagerungen zu beobachten waren, und daß oft in der Umgebung ein deutlicher Geruch nach Schwefelwasserstoff bemerkbar war. Dies und die Beobachtung schwarzen Schwefelkies enthaltender Niederschläge, die sich in von ihm zur Untersuchung in geschlossenen Gefäßen aufbewahrten Wasserproben gebildet hatten, brachten diesen scharfsinnigen Beobachter zu der Annahme, daß die Schwefelkieslager auf nassem Wege entstanden sein dürften.

Weitere hauptsächlich in neuester Zeit ausgeführte Forschungen haben diese Annahme weitgehend bekräftigt.

Es hatte zwar 1850 auch schon *Senarmont* durch Erhitzen von Eisensalzen mit Schwefelalkalien bei hohen Drucken und Temperaturen in zugeschmolzenen Röhren schwarze Niederschläge von der chemischen Zusammensetzung des Schwefelkieses und auch metallischglänzende Wandbeschläge an den Röhren erhalten, und kurz darauf *Berzelius* und *Brescius* widersprechende Angaben über sein Entstehen aus Eisenoxyd und Schwefelwasserstoff bei nicht weit über 100° C reichenden Temperaturen gemacht — diese Angaben fanden jedoch nicht die gebührende Beachtung und waren wohl auch auf die gewöhnlichen Verhältnisse im Boden nicht ohne weiteres übertragbar.

In neuerer Zeit wurde das Problem wieder ins Rollen gebracht; es erschienen von dem Jahre 1905 an in kurzer Folge die für diesen Gegenstand grundlegenden Forschungsergebnisse von *Gedel* (1905), *Feld* (1911) und *Allen* (1912); und auch ich beschäftigte mich damit eingehend. Die Arbeiten von *Gedel* hatten für vorliegenden Fall freilich nur theoretisches Interesse, da er mit, in der Natur nicht vorkommenden, Schwefelalkalien oder mit Salzsäuredämpfen arbeitet. *Allen* wendete zwar Eisensalze und Schwefelwasserstoff an, ließ diese bei sehr hohen Drucken und Temperaturen in Bombenrohren aufeinander zur Einwirkung kommen und erhielt auf diese Art je nach den gewählten Versuchsbedingungen sogar kleine Kristalle von Pyrit als auch von Markasit, hatte dadurch jedoch Bedingungen zugrunde gelegt, wie sie sich nur in tiefen Erdschichten vorfinden können. *Feld* dagegen hat unter verschiedenen anderen Reaktionen, die er als Grund für die Bisulfidbildung annahm, auch eine sehr einfache beobachtet. Kochte er gefälltes Einfachschwefeleisen mit Schwefelblumen im Wasser, so beobachtete er nach der chemischen Entfernung der überschüssigen Ausgangsstoffe einen schwarzen amorphen Körper, der sich als Eisenbisulfid — also seiner chemischen Natur nach als Schwefelkies — erwies.

Der Verfasser dieser Zeilen, dem es in erster Linie auf die Entstehung des Pyrites in der Natur ankam, zog nur die Stoffe in den Kreis seiner Betrachtungen, die in der Natur in so großer Menge vorkommen, daß sie zur Erklärung der Schwefelkieslager herangezogen werden können.

Wenn man die im Boden oft vorkommenden Stoffe, welche zur Bildung des Schwefelkieses führen könnten, ins Auge faßt, so müssen die hydratischen Eisenoxyde, als häufige Gemengteile vieler Böden und als Schwefel liefernder Stoff der Schwefelwasserstoff in den Vordergrund treten, welch letzterer sich ja schon durch den Geruch in vielen Moorböden und in fauligem Humus, infolge der dort vor sich gehenden Fäulnisprozesse, bemerkbar macht.

Bei meinen eigenen Untersuchungen ergab sich nun, daß diese beiden Stoffe, d. h. Eisenoxydhydrate und Schwefelwasserstoff, ganz besonders als Ausgangsmaterialien für die Bildung von Schwefelkies geeignet sind.

Bei der Einwirkung des Schwefelwasserstoffes auf das Eisenoxydhydrat in feuchtem Zustand bildet sich sofort ein schwarzes Schwefeleisenprodukt, das zwar noch nicht Schwefelkies ist, das aber bei gewöhnlicher Temperatur im Verlauf von mehreren Tagen sich durch Umlagerung seiner Komponenten — Eisen und Schwefel — in Schwefelkies verwandelt. Freilich ist für diese Umlagerung Bedingung, daß die Luft während dieser Zeit nicht einwirkt und daß auch keine basischen Stoffe den Vorgang stören.

Tritt dagegen der Fall ein, daß Luft auf den zuerst aus Eisenoxydhydrat und Schwefelwasserstoff gebildeten Körper zur Einwirkung kommt, so verwandelt er sich nicht in Schwefelkies, sondern zerfällt sofort wieder in freien Schwefel und eisenockerartige Eisenverbindungen. — Auf die letztere Art kann es also zur Anreicherung von freiem Schwefel im Boden kommen, obwohl freier Schwefel bekannterweise auch durch gewisse Schwefelalgen (Baggiatoen) in Moorboden erzeugt wird. Nachdem *Feld*, wie oben erwähnt, schon gezeigt hatte, daß beim Kochen von freiem Schwefel mit Einfachschwefeleisen, in einer wässerigen Aufschwemmung beider, leicht Schwefelkies gebildet wird, fand ich bei weiteren Versuchen, daß sogar bei gewöhnlicher Temperatur bei Einwirkung der beiden Körper in Wasser aufeinander, sofern die Luft ausgeschlossen ist, im Laufe von mehreren Tagen in reichlicher Menge Schwefelkies entsteht. Wenn also freier Schwefel im Boden enthalten ist, so bedarf es nur einer nachträglichen Einwirkung von im Boden entstehendem Schwefelwasserstoff auf kohlensaures Eisenoxydul füh-

rendes Wasser, um auch die zweite Komponente für die Schwefelkiesbildung nach *Feld* — das Einfachschwefeleisen — entstehen zu lassen. Durch Anlagerung dieser beiden Komponenten — freien Schwefel und Einfachschwefeleisen — aneinander ist eine zweite Bildungsweise gegeben, nach der wir den Schwefelkies ebenfalls, sozusagen vor unseren Augen, in der Natur entstehen sehen. Eines muß dabei aber hervorgehoben werden. — Der auf diese beiden besprochenen Arten — also durch Umlagerung aus Eisenoxydhydrat und Schwefelwasserstoff oder durch Anlagerung von Schwefel an Einfachschwefeleisen — entstandene Schwefelkies stellt nicht die uns gewöhnlich vorschwebenden glänzenden Kristalle des bekannten Minerals vor, sondern ist ein äußerst feines, schwarzes, sehr schweres Pulver. Tatsächlich findet sich aber auch der Schwefelkies gerade in dieser Form im Boden und insbesondere in Moorböden *meist* vor.

Wenn wir aber berücksichtigen, daß die meisten chemischen Verbindungen bei ihrer schnellerfolgenden Bildung nicht in der Kristallform, sondern amorph oder in derben Stücken entstehen, und daß es ferner *Allen* bei Innehaltung hoher Drucke und Temperaturen bei Einwirkung von Schwefelwasserstoff auf Eisenoxydhydrate, ja sogar direkt auf verschiedene Eisensalze gelungen ist, kleine aber deutliche Kristalle von Schwefelkies darzustellen, so kann uns die Entstehung der Pyritlager auf nassem Wege auf Grund all dieser Beobachtungen wohl verständlich werden.

Versucht man es, sich auf Grund dieser Laboratoriumsbefunde unter Zuhilfenahme der Phantasie ein Bild von den Naturereignissen längstvergangener Tage, die zu der Entstehung der Pyritlager führten, zu machen, so kann man sich vorstellen, daß auf in der Tiefe viel Lemonit, Goethit oder Raseneisenerz enthaltenden Erdschichten eine reichhaltige vorweltliche Sumpfflora sich entfaltete, deren zahlreiche besonders bei Gegenwart von Seewasser auftretende Vertreter — wie die Fucusarten — viel Schwefel enthalten, und daß vielleicht darauf auch reichlich animalisches Leben mit seinen Schwefel liefernden Eiweißverbindungen lebte, oder auch, daß an Sulfaten reiches Seewasser Zugang fand. — Nun trat eine der vielen vorweltlichen Katastrophen ein, es fanden Verschüttungen und Verwerfungen statt; die organischen und animalischen Stoffe kamen in die eisenreichen Schichten, kamen in Tiefen, in denen durch das überlagernde Erdreich hohe Drucke und Temperaturen herrschten. — Die bereits vorher eingetretene Fäulnis schritt hier weiter fort, oder setzte hier erst ein, und lieferte durch lange Zeiträume hindurch große Mengen unter hohem Druck stehenden Schwefelwasserstoffgases. —

Das Eisen der Eisenerze wandelte sich in die beständigste Schwefeleisenverbindung — den Schwefelkies — um, und zwar unter Verhältnissen, welche die kristallinische Form begünstigen. Die organischen Reste wurden im Laufe der langen Zeiträume immer mehr aufgezehrt. So sehen wir je nach den gegebenen Verhältnissen entweder Pyritfelder oder mit Pyrit durchsetzte Kohlenflöze entstehen.

Tatsächlich findet man auch in den derben Knollen, wie solche besonders der Markasit und der sog. Wasserkies oft bildet, reichlich noch organische Substanzen eingeschlossen, welche sich beim Behandeln mit alkalischen Laugen sehr deutlich bemerkbar machen.

So arbeiten in diesem Fall in der Werkstatt der rastlos schaffenden Natur gleichzeitig die verschiedenen organischen, anorganischen und bakteriologischen Prozesse zusammen, um die Menschheit mit einem technisch so wichtigen Stoffe, wie es der Schwefelkies ist, in reichstem Maße zu beschenken.

Über embryonales Wachstum und seine Tagesperiode[1]).

Von Prof. Dr. G. Karsten, Halle a. S.

Bezeichnet man die im Teilungszustande befindlichen Zellen als embryonal, so kennt man für sie seit längerer Zeit die Tatsache, daß die Fortpflanzungszellen von Meeres- und Süßwasseralgen ihre durch Teilungen entstandenen beweglichen Tochterzellen zu bestimmten Stunden des Tages oder meist der Nacht, jedenfalls nicht lange nach erfolgter Teilung, entlassen, daß auch vegetative Zellteilungen von Spirogyra an die Nacht gebunden sind. Andererseits war bekannt, daß embryonales Gewebe höher organisierter Gewächse sich zum Teil wenigstens anders zu verhalten schien, denn es sind zu jeder Tagesstunde Zellteilungen, die an den Kernteilungsfiguren leicht kenntlich sind, in normalen Wurzelvegetationspunkten zu finden und auch Pollenfächer und Embryosack-Mutterzellen scheinen hinsichtlich der Zeit ihrer Teilungen nur inneren, nicht äußeren Faktoren unterworfen zu sein. Sproßvegetationspunkte zeigten derartig in steter Teilung befindliches Gewebe anscheinend minder regelmäßig, konnten jedenfalls nicht mit derselben Sicherheit zur Demonstration von Kernteilungsfiguren benutzt werden.

Ob nun wirklich keinerlei äußere Einflüsse auf die Zell- und Kernteilungen am Vegetationspunkte Einfluß ausüben, war daher nur an den Sproßvegetationspunkten zu entscheiden, die normal am Lichte entwickelt, offenbar anderen Faktoren gegenüberstehen als in der Erde geborgene Wurzeln.

Sorgfältig im Thermostaten bei konstanter Temperatur und hinreichender Feuchtigkeit erzogene und normal mit elektrischem Licht (Bogenlampe 500 Kerzen in 1 m Entfernung) von 6 Uhr

[1]) cf. Zeitschr. f. Botanik, *VII*, 1915, 1.

früh bis 6 Uhr abends beleuchtete Keimpflanzen von Zea Mais ließen erkennen, daß bei Auszählung der zu den verschiedenen Tageszeiten im ganzen Sproßvegetationspunkt vorkommenden Kernteilungen in ihren verschiedenen Phasen in der Nacht eine Steigerung der Zahlen einsetzt, die von 12 Uhr beginnend, um 4 Uhr ihr Maximum erreicht, dann wieder gegen die in geringerem Grade schwankenden Tageswerte abfällt. Genau dasselbe Resultat ergab sich merkwürdigerweise aber auch bei Zeakeimlingen derselben Rasse, die vom Einquellen der Samen ab in völliger Dunkelheit gehalten waren. Dieser Versuch ward mit einer großen Zahl von Individuen wiederholt und das Beobachtungsmaterial stündlich, statt sonst zweistündlich, fixiert; es ergab jedesmal wieder um 4 Uhr nachts ein langsam während der vorhergehenden Nachtstunden angewachsenes Maximum. Da sich dieselbe Erscheinung auch bei ebenso in völliger Dunkelheit im Thermostaten erzogenen Pisum sativum-Keimsprossen feststellen ließ, mit dem einzigen Unterschiede, daß das nächtliche Maximum des embryonalen Wachstums bereits zwischen 1 und 2 Uhr erreicht ward, so dürfte daraus zu schließen sein, daß eine bei verschiedenen Pflanzenarten verschieden liegende nächtliche Steigerung des embryonalen Wachstums deutlich erkennbar ist, und, daß sie als vererbte Eigenschaft den Samen mitgegeben wird, also auch ohne äußere Beeinflussung stets in Erscheinung treten muß. *Das embryonale Wachstum der Sprosse verläuft also periodisch, des Nachts ansteigend, tagsüber vermindert, und diese Wachstumsperiode ist vererbbar.*

Es tritt nun aber die Frage auf: Läßt sich diese Wachstumsteigerung durch äußere Faktoren beeinflussen, und welcher von ihnen ist dabei der entscheidende? Bei dem vorher festgestellten abweichenden Verhalten der Wurzeln, die unter konstanten Verhältnissen, unabhängig von den Tageszeiten, stets gleichmäßig viel embryonale Zellen zeigen, konnte nur das Licht der in Betracht zu ziehende äußere Einfluß sein.

Daher wurden die Versuche in der Weise verändert, daß einmal die Tagesperiode umgekehrt ward durch nächtliche Beleuchtung und Tagesverdunkelung, andererseits jegliche Tagesperiode durch ständige Belichtung ausgeschaltet wurde, wie es vorher durch ständige Verdunkelung geschehen war.

Der erstere Versuch — 6 Uhr morgens bis 6 Uhr abends verdunkelt, in der Nacht 6 bis 6 beleuchtet — wieder unter sonst gleichen Bedingungen mit Keimlingen derselben Zeasorte ausgeführt, ergab völlig normal aussehende Pflanzen, die lebhaft grün gefärbt und in der gleichen Zeit von etwa 15 Tagen zur Untersuchung geeignet waren. Die Beobachtung und Auszählung der alle zwei Stunden durchlaufend fixierten Pflanzen zeigten ein doppeltes Resultat. Einmal gab sich die direkte Beeinflussung durch die Belichtung zu erkennen, so daß der größere Teil der Teilungen in die verdunkelten Tagesstunden entfällt mit einem erheblichen Maximum zum Schluß der Verdunkelungszeit abends 6 Uhr, — nachdem also die Pflanzen Zeit gehabt, sich auf den Einfluß der Dunkelheit einzustellen. Der nicht ganz so große Rest der Pflanzen dagegen hatte an der vererbten Nachtperiode festgehalten, war jedoch immer noch so weit durch die während der Nacht durchgeführte Belichtung behindert worden, daß das ebenfalls scharf hervortretende Maximum zwei Stunden später als unter sonstigen Verhältnissen eintrat, also 6 Uhr früh — statt sonst bereits 4 Uhr —. So ergibt dieser Versuch bei weit schärferem Hervortreten der Maxima gleichzeitig die beiden auf die Tagesperiodizität des embryonalen Wachstums Einfluß besitzenden Faktoren: den direkten hemmenden Einfluß des Lichtes in der zur Anwendung gelangten Stärke und den indirekt auf Festhaltung der Nachtzeit zielenden Einfluß der vererbten Periodizität.

Der zweite Versuch bei ständiger Beleuchtung durchgeführt, ergab eine Beeinträchtigung des Wachstums der Pflanzen, wie es ja nach dem bekannten retardierenden Einfluß des Lichtes auf das Streckungswachstum zu erwarten war. So blieben diese Pflanzen etwas länger in Kultur — etwa 19 Tage —, um in ähnlicher Größe zur Untersuchung zu gelangen, wie die bisher zur Verwendung gelangten Keimlinge. Die Beobachtung zeigte, daß jetzt wiederum nur das nächtliche Maximum erhalten geblieben war, aber ohne das allmähliche Ansteigen der Periode und wiederum auf 6 Uhr früh verschoben. Gleichzeitig war das durch Umkehrung der Periode hervorgerufene schärfere Hervortreten des Maximum nicht wahrnehmbar, die Kurve verlief etwa ebenso wie bei normaler Tagesbeleuchtung, von der zeitlichen Verschiebung des Maximum abgesehen.

Fassen wir die Resultate kurz zusammen, so ergibt sich: Das durch stetige Kern- und Zellteilungen gekennzeichnete embryonale Gewebe wächst an den Wurzelvegetationspunkten stetig im wesentlichen nur von Temperatur und Feuchtigkeit abhängig, unter konstanten Bedingungen also völlig gleichmäßig. Das Wachstum der Sproßvegetationspunkte dagegen erweist sich als periodisch; das embryonale Wachstum der untersuchten Sprosse ist in der Nacht durchweg stärker als am Tage. Und zwar ist der Einfluß des Lichtes, das bis zum Vegetationspunkt durchdringt, der hemmende Faktor, wie durch Verlegung der Belichtung auf die Nachtzeit erwiesen wird. Diese Periodizität des embryonalen Sproßwachstums ist außerdem durch den Samen vererbbar, so daß an völlig im Dunkeln erwachsenen Keimpflanzen trotzdem die gleiche Periode unabhängig von direkten äußeren Einflüssen beobachtet werden kann, die ebenso bei dauernder Belichtung hervortritt, also unter ebenfalls die ganze Versuchsdauer hindurch gleichbleibenden Bedingungen.

Bei den der Fortpflanzung dienenden Organen

wie Staubblätter und Samenanlagen ist entweder ihre Lage dem Lichte völlig entzogen, oder aber die Teilungszeit von inneren Verhältnissen bestimmt, so daß nach bisherigen Erfahrungen eine Tagesperiodizität hier nicht zur Beobachtung gelangen dürfte.

Besprechungen.

Frech, Fritz, Geologie Kleinasiens im Bereich der Bagdadbahn. Ergebnisse eigener Reisen, vergleichender Studien und paläontologischer Untersuchungen. Sonderabdr. aus Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges. Bd. 68. VII, 322 S., 20 paläontol. Tafeln, 3 geologische Karten, eine Profiltafel und 5 Textbilder. Stuttgart, F. Enke, 1916. Preis M. 20,20.

Reisen und Forschungen im Araxesgebiet Hocharmeniens zwischen Djulfa und Eriwan 1897, im nördlichen Anatolien zwischen Troas, Heraklea und Kerasunt 1908 und vor allem entlang der Strecke der Bagdadbahn im Tauros von Konia bis zum Euphrat 1911 gaben die Veranlassung zu dem vorliegenden Buch, in dem der geologische Bau Kleinasiens nicht nur im Bereich der Bagdadbahn, sondern weit darüber hinaus zusammenfassend dargestellt wird. Die tiefgehende Kenntnis der stratigraphischen, tektonischen und geomorphologischen Verhältnisse Anatoliens, die sich der Verfasser auf seinen eigenen Reisen und durch gründliche Literaturstudien erworben hat, kommen in seinem Werk allenthalben zum Ausdruck. Mit Recht sind die Resultate der geologischen Begehung des Profils der Bagdadbahn und der paläontologischen Bearbeitung des bei dieser Gelegenheit aufgesammelten reichen Fossilmaterials von jenen der vergleichenden, zum großen Teil auf einer Kombination persönlicher und fremder Erfahrungen gegründeten Studien strenge getrennt gehalten worden. Liegt doch in den Einzelbeschreibungen die Grundlage für die aus den Lokalbeobachtungen abgeleiteten Schlußfolgerungen von allgemeiner Bedeutung. Sie enthalten eine Fülle von wertvollen positiven Ergebnissen, wie den Nachweis der Lückenhaftigkeit der Sedimente im Hohen Tauros, die Entdeckung des tiefsten Unterkarbon bei Yerköprü, von Emscher im Kurdengebirge u. a.

Gleichwohl wird der den Gebirgsbau Kleinasiens in seinen großen Zügen behandelnde zweite Abschnitt das Interesse des Lesers naturgemäß in höherem Grade fesseln. Die großen Leitlinien des Tauros werden hier übersichtlich gezeichnet, ein bisher wenig bekanntes Gebirge, das den Alpen an Ausdehnung, wenn auch nicht an Gipfelhöhe vergleichbar ist, wird damit zum ersten Mal unserem Verständnis näher gebracht. Die kritische Fähigkeit des Verfassers, das Wesentliche vom Unwesentlichen, das Charakteristische vom Äußerlichen zu scheiden, kommt hier voll zur Geltung. Man hat es in diesem Abschnitt keineswegs mit einer bloßen Kompilation — auch nicht im besten Sinne des Wortes — zu tun, sondern mit einer originellen Leistung eigener geistiger Arbeit. Aus der Fülle des Inhalts kann an dieser Stelle nur einiges hervorgehoben werden.

Der Tauros ist im Bereich der Bagdadbahn durchaus einseitig gebaut. Er lehnt sich im Norden an die zentrale Lykaonische Hochfläche mit ihren Salzsteppen und anbaufähigen Ebenen, aus denen sich die jungen lykaonischen Riesenvulkane (Argäos, 3850 m) erheben. Die eigentliche Zentralzone des Gebirges bildet der Kappadokische Tauros (Bulghar dagh, 3600 m). Er besteht aus silurischen Schiefern und Eruptivgesteinen, Kohlenkalk und eozänen Nummulitenkalken, und weist Anzeichen kräftiger Gebirgsfaltung auf. Die Senke der Kilikischen Tore (Kebirgraben), erfüllt von braunkohlenführenden Mulden des Oligozän und diluvialen Schottermassen, trennt den Kappadokischen vom Kilikischen Tauros. In der Zone des letzteren folgt über einer Basis von Oberdevon und fossilreichem Unterkarbon eine mächtige Masse von Kreidekalken der Turon- und Senonstufe. Den Abschluß nach oben bilden eozäne Schiefer mit intrusiven Hypersthen-Plagioklas-Gesteinen. Ihre ruhige, wenig gestörte Lagerung kontrastiert auffallend mit den steil aufgerichteten Sätteln und Mulden der Kappadokischen Zone. Am südlichen Abhang des Kilikischen Tauros steigen Meeresablagerungen des Miozän bis zu einer Höhe von 2300 m an. Sie senken sich in flacher Neigung und ohne Anzeichen von Faltung zur Küstenebene hinab. Aus ihnen brechen in der Kilikischen Klippenzone einzelne Fragmente eines paläozoischen Grundgebirges auf. Paläozoischen Alters ist auch der Kern der nächstfolgenden, fünften Gebirgszone, des Amanos oder Giaur-dagh, dessen höchste Erhebung, der Dül-dül-dagh (2300 m), eine nach Süden überkippte Falte des Grundgebirges über dessen Hüllschichten (Kalke der Oberkreide, Nummulitenkalk, eozäne Eruptiva) zeigt. Auch die in den kilikischen Abhang des Amanos buchtförmig eingreifenden miozänen Meeresbildungen haben noch an der Aufrichtung des Gebirges teilgenommen. Ein von tertiären und quartären Vulkanruinen verklebter Graben, die Fortsetzung des nördlichen Ghab, scheidet den Amanos von der mit ihm parallel streichenden, äußersten Kette des Taurossystems, dem Kurdengebirge, dessen Faltung gegen Süden so allmählich ausklingt, daß die Grenze gegen das syrische Schollenland nur sehr unscharf ausgeprägt erscheint.

Die Hauptfaltung des Tauros fällt in das ältere Mesozoikum. Die jüngeren gebirgsbildenden Bewegungen im Känozoikum haben wohl zu starken Dislokationen der miozänen Sedimente und zu großen Einbrüchen, aber nicht zu Überschiebungen geführt. Die Abwesenheit solcher großer horizontaler Überschiebungen unterscheidet den Tauros von den europäischen Gebirgen des alpinen Typus ebenso auffallend als die Lückenhaftigkeit der Schichtenfolge. Sowohl in dem ostägäischen Gebirge des westlichen Anatolien als im westpontischen Gebirge Bithyniens und Paphlagoniens ist die Schichtenfolge eine viel vollständigere. Die für den Tauros maßgebende stratigraphische Lücke zwischen Unterkarbon und Oberkreide ist hier durch eine Reihe von Meeresbildungen (Fusulinenkalke und Korallenkalke des Permokarbon, Trias, Lias, Oxfordstufe, Unterkreide) überbrückt. *Frech* stellt daher den Tauros als ein asiatisches, durch besondere Züge des Baues und der Geschichte ausgezeichnetes Element den europäischen Gebirgen gegenüber. Im Widerspruch mit *E. Sueß* leugnet er einen inneren Zusammenhang beider Systeme. Der Tauros und die Helleniden berühren sich nur ganz äußerlich im Westen von Kleinasien, ohne miteinander innerlich zu verschmelzen. Die Geschichte der Meere und ihrer Absätze, die Zeit und Tendenz der Gebirgsbildung, und selbst die Entwicklung des Vulkanismus ist im Bereich des Tauros und der Helleniden grundverschieden. Eine morphologische Übereinstimmung der Küstenstriche auf allen drei Seiten Anatoliens wird jedoch durch die jüngeren Einbrüche im Neogen und Quartär herbeigeführt, die die Tauriden und Helleniden gemeinsam betroffen und allenthalben zur Ablagerung ausgedehnter Sediment-

bildungen der Küstenflüsse Veranlassung gegeben haben.

Auch unter den asiatischen Gebirgen verhält sich der Tauros durch den Mangel an Überschiebungen und die Lückenhaftigkeit seiner Sedimentfolge eigenartig, doch zeigt er im Gesamtverlauf seiner Ketten und in der südlichen Tendenz der Faltungen die Zugehörigkeit zu Asien. Auch bestehen wichtige gemeinsame Züge zwischen dem Kilikischen Tauros und den Gebirgsketten des südlichen Iran, während die kappadokische Zone in den Araxesketten und den nordpersischen Gebirgen ihre natürliche Fortsetzung findet. Unter den vulkanischen Gebilden Kleinasiens sind die Intrusivgesteine (jungeozäne Hypersthenite und Gabbros) von weiter Verbreitung wohl zu trennen von den mitteltertiären Massenausbrüchen effusiver Andesite und Dazite.

Auch in dem Abschnitt „Paläontologie und vergleichende Stratigraphie des Tauros" greift der Verfasser wiederholt über den Rahmen von Kleinasien hinaus. Schlaglichter werden auf die Verbreitung der devonischen und karbonischen Meere geworfen und vielfache Anregungen zu weiterer Forschung gegeben.

Eine besondere Hervorhebung verdient die geologische Übersichtskarte im Maßstab 1 : 4 000 000. Ein Vergleich derselben mit dem betreffenden Blatt der Internationalen Geologischen Karte von Europa bietet viel Lehrreiches, indem er einerseits die seither erzielten gewaltigen Fortschritte hervortreten läßt, andererseits die Lücken in unserer Kenntnis aufdeckt.

C. Diener, Wien.

Heim, Albert, Geologie der Schweiz. Mit etwa 40 Tafeln und 200 Textbildern. Gr. 8°. In ca. 10 Liefg. à 6 M. Leipzig, C. H. Tauchnitz, 1916.

Seit dem Erscheinen von *B. Studers* gleichnamigem Werke sind 63 Jahre verflossen. Eine kaum zu übersehende Fülle neuer Tatsachen und Erkenntnisse haben sich seither angehäuft. Diese zu ordnen und kritisch darzustellen, war kein Besserer berufen, als der als Forscher und wissenschaftlicher Schriftsteller längst vorteilhaft bekannte Autor. Nachdem er 1909 sein vieljähriges und erfolgreiches Lehramt in Geologie niedergelegt, übernahm er die Riesenarbeit, von der die zwei ersten Lieferungen mit 196 Seiten, 8 Tafeln und 31 Textfiguren inkl. Kartenskizzen vorliegen. Die *Einleitung* umfaßt 10 Untertitel. Zunächst wird die *Geschichte der Geologie* besprochen, vor *B. Studer* (1794—1887) und *Arn. Escher v. d. Linth* (1807 bis 1872), die Tätigkeit dieser Forscher und ihrer Freunde, vor allem die Herausgabe der ersten größeren geologischen Karte 1 : 380 000, die Entwicklung der Glazialgeologie bis zu dem im gleichen Verlage erschienenen Werke „Die Alpen im Eiszeitalter" von *A. Penck* und *E. Brückner*, 1909. Es folgt die Besprechung der Forschungen im Juragebirge, besonders seit *Thurmann's* epochemachendem „Essai sur les soulèvements jurassiques" (1836), eine Übersicht der „Fossilfunde", vor allem über Zweck und Ziele der 1860 innerhalb der Allgemeinen Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft gegründeten *Geologischen Kommission*, das Äquivalent ausländischer geologischer Landesanstalten, der sich später die Geotechnische Kommission angliederte. Die erstere erstrebte 1861—1887 die Kartierung des Landes auf Grund der Dufourkarte 1 : 100 000 mit 30 Quartbänden Text als „Beiträge" oder „Matériaux". Seit 1894 steht der Autor der reichlicher dotierten geologischen Landesaufnahme mit einem Sekretär und Adjunkten vor, und sind seit 1863 etwa 79 geologische Spezialkarten 1 : 25 000 und 1 : 50 000 mit 40 Textbänden („Beiträge N. Folge") erschienen. Nimmt man dazu die zahlreichen Arbeiten, welche in den „Eclogae" der Schweizerischen Geologischen Gesellschaft seit 1874, den Abhandlungen der Schweizerischen Paläontologischen Gesellschaft und vielen anderen Zeitschriften veröffentlicht worden sind, so ist die gewaltig angeschwollene Literatur in großen Zügen angedeutet. Interessant ist die historische und kritische Behandlung der topographischen Karten, Panoramen und Reliefs, für deren Erstellung der Verfasser selbst bahnbrechend und mustergültig gewirkt hat.

Auf die „Geschichte der Geologie" folgt ein Überblick über die drei Hauptzonen des jungen, noch scharf die tektonischen Züge der Erdkruste tragenden Landes: Jura, Mittelland (Molasseland) und Alpen mit angenäherten Anteilen von 10, 30 und 60 % an der Gesamtfläche der Schweiz. Der Jura ist ein Seitenzweig der Alpen, das Mittelland heute eine tertiäre Geosynklinale, die Alpen ein junges Faltengebirge mit lehrreichen Überschiebungen und Gesteinsmetamorphosen. Von Nord nach Süd unterscheidet man: 1. Nördliche Kalkalpen, 2. vorherrschend kristalline Schiefer in autochthonen Zentralmassiven, Deckenmassiven und Wurzelregion, 3. östliche Kalkalpen, 4. südliche Kalkalpen (Dinariden) mit besonderer Molasse als Gebirgsfuß.

Der „erste Hauptteil" des Werkes umfaßt die „Molasse und das Diluvium", wovon die erstere S. 38 bis 196 mit folgenden Untertiteln abgeschlossen ist: Übersicht, Gesteine S. 43—94, Stratigraphie S. 95—128, Fossilien 129—162, Tektonik 163—196. Ein Vergleich mit *Studers* Geologie der Schweiz vom Jahre 1853 zeigt sofort das seitherige progressive Anschwellen des Stoffes, der Erkenntnisse, zugleich die vielen Schwierigkeiten der einheitlichen Interpretation der letzteren. Das zeigt sich in dem großen Aufwand an Mühe, welcher von *Heim* hierauf verwendet werden mußte. Die Nagelfluh oder das tertiäre Konglomerat des Rigi, die verschiedenen Sandsteine und Mergel weisen auf alpinen Abtrag und nördliche Aufschüttung zu einem Vorlande hin, welches nahe der Alpen 2—3000 m mächtig sein muß. Die Nagelfluh zeigt heute vier Verbreitungszentren („Deltas"): M. Pélerin am oberen Léman, Napf, Rigi-Roßberg, Linth-Rhein. Eine eingehende Diskussion beantwortet die Frage nach ihrer Herkunft dahin, daß die „subalpine tertiäre Nagelfluh aus den ursprünglich südlicheren Zonen der Alpen stammt", speziell „aus den höheren Decken und deren Wurzelregionen". Die Nagelfluh des Tafeljura besteht aus jurassischen Geröllen und Gesteinen der Vogesen und des Schwarzwaldes. Im Kettenjura sind alpine Materialien oft reichlich mit jurassischen gemischt bis vorherrschend. Ausführlich werden besondere Erscheinungen an Nagelfluhgeröllen besprochen: charakteristische, scharfrandige und tiefgrubige Eindrücke, Glättung und Streifung bis Zerreißung der Geschiebe. Eine große Schwierigkeit bietet die Stratigraphie der Molasse, weil Land- und Süßwasserabsätze nebeneinander vorkommen, nicht bloß transgressiv geschieden sind. Die Ablagerungen stellen einen Kampf von vordringenden Deltas und nördlich zurückweichendem Meer, von Sedimentation und Senkung dar. Die pontische Stufe fehlt. Von oben nach unten folgen sarmatische, vindobonische und burgundische Stufe, als Vertreter des Miocäns, dann Aquitanian und Stampian als Ablagerungen des oberen und unteren Oligocäns. Am Jurarande ist Tongrian aufgeschlossen worden. Im allgemeinen herrschen Süß-

wasser- und Landbildungen in der oberen und unteren, marine in der mittleren Molasse vor. Profile zahlreicher Gegenden vom Bodensee bis zum Genfer See, Kärtchen der Verbreitung der ehemaligen „Wasser" und Beschreibung der Fossilfunde erläutern die neuen Auffassungen. Auf eine eingehende Rekonstruktion der ehemaligen Landschaften im Sinne der paläogeographischen Darstellung in Heers „Urwelt" wird verzichtet. Man versteht es dagegen, wenn der Verfasser des „Mechanismus der Gebirgsbildung" (1878) und der „Dislokationen der Erdrinde" (1888) der *Tektonik der Molasse* 33 Seiten widmet, besonders der subalpinen Molasse. Die Dislokationen fallen in die nicht durch Sedimente vertretene pontische Zeit, während im Pliocän hauptsächlich ein Abtrag mit präglazialer Talbildung erfolgte. Die ganze Tektonik erscheint bei näherem Zusehen viel schwieriger, als man sich früher vorgestellt hat. Für Details muß auf das Original verwiesen werden. Auffallend ist die große durchgehende Steifigkeit und Geradlinigkeit des Streichens der Nagelfluhgebiete, in welchen durchgehends von NE bis SW eine nördliche Antiklinate auftritt, die gegen den Léman auf eine Flexur reduziert wird. Wenig nördlicher und nahezu parallel zu ihr verläuft die Südgrenze der flachen Molasse (Taf. V). Besonders auffallend ist die gebuchtete Südgrenze, indem hier die jüngsten, oberen Nagelfluhschichten lokal und früh stark erodiert worden sind, so daß dann die noch im Pliocän vorrückenden Decken stellenweise sich in diese Lücken und diskordant auf die Nagelfluh legen konnten wie die jüngsten Falten des Kettenjura in die südliche Austönung des oberrheinischen Grabens. Diese Erscheinung kommt topographisch zum Ausdruck. Man darf annehmen, daß der eigentliche Südrand der Nagelfluh einwärts und unter den nördlichen Kalkalpen etwa bei Näfels (Glarus)—Bratenberg—Villeneuve zu suchen ist.

Der Autor verbreitet sich endlich über die flexurartige *alpine Randabsenkung*, darin bestehend, daß — vier Eiszeiten vorausgesetzt — der Alpenkörper sich in der zweiten Interglazialzeit als Ganzes so stark gesenkt hat, daß beiderseitig desselben die Molasse anstatt alpenwärts anzusteigen, sich flexurartig senkte. Dadurch ertranken bestehende Alpentäler streckenweise zu den *Randseen*. Diese vom Autor 1890 aufgestellte Erklärung der Genesis der Seen ist hier eingehender behandelt. Die Darstellung des Diluviums wird noch mehr bieten. Bis dahin muß gesagt werden, daß die sichtbare Struktur der Beweisführung nicht ganz einwandfrei ist.

Druck und Ausstattung der zwei Lieferungen erleichtern die Übersicht und das Verständnis. Den einzelnen Abschnitten ist die einschlägige Literatur beigegeben. Mancher Spezialist oder Lokalkenner wird da und dort etwas vermissen, das im Rahmen des Ganzen wegbleiben durfte. Wir freuen uns, daß die große und verdienstvolle, kritisch sichtende und beherrschende Arbeit von derselben Hand geboten wird, als ein Guß mit Hervortreten der Persönlichkeit, speziell in deren Stellung zu einzelnen Fragen. Und an solchen fehlt es nach den bisherigen Ausführungen nicht, liegt doch ein großer Vorzug zusammenfassender Darstellungen darin, daß sie neue Probleme aufdecken und damit die ganze Disziplin fördern. Hat das Studium des jungen Hochgebirges der Schweiz, über welches beste topographische und geologische Karten existieren, die Geologie jetzt schon durch Einsicht in die Gebirgsbildung, die Gesteinsumformung, den Facieswechsel, die Erosion und die Vergletscherung wesentlich und universell bereichert, so wird die Lösung der vom Verfasser bereits S. 22 gestellten Hauptaufgaben die Kenntnis der Erdrinde und deren Oberfläche weiter fördern.

J. Früh, Zürich.

Schaffer, Franz X., Grundzüge der allgemeinen Geologie. Wien und Leipzig, Franz Deuticke, 1916. VIII, 492 S., 1 Tafel und 480 Textabbildungen. Preis geb. M. 17,—.

Franz X. Schaffers „Grundzüge der allgemeinen Geologie" sollen „für Studierende der Hochschulen und für jeden Freund der Naturwissenschaften eine Übersicht über den Stand der Forschung geben, mit ihren Arbeitsmethoden vertraut machen und anregen, selbst weiter zu beobachten und zu erkennen". Das erste dieser Ziele verlangt zu seiner Erreichung eine sorgfältige Scheidung des Wesentlichen vom Unwesentlichen, die Darstellung des heutigen Standes der Forschung, eine klare, logische, von groben Irrtümern freie Sprache.

Der dargebotene Stoff genügt diesen Grundbedingungen nicht. Beispiel: Den Meteoriten sind 11 Seiten, ca. 7 Seiten Text und ca. 4 Seiten Abbildungen gewidmet, davon mehr als eine Seite den Abbildungen von Moldaviten, Billitoniten, Australiten und Queenstowniten. Diesen geologisch äußerst unbedeutenden Gebilden gegenüber erhält der die Erdkruste in der gewaltigsten und mannigfachsten Weise ändernde Vorgang der Faltung nur 18 Seiten, davon ca. 10 Seiten Abbildungen, meist schematisch, von z. T. zweifelhaftem Werte, s. Fig. 145, und ohne die doch für den „Freund der Naturwissenschaften" sehr notwendige Hilfsskizze; was soll er ohne eine solche mit Fig. 164, Klippen auf Flysch schwimmend, oder Fig. 165, Luftsattel vor Zeleni Pasovi, oder gar 166, Schichtköpfe bei Opcina, anfangen? Wenn Verfasser hier S. 143 gegen die uferlose Deckentheorie eifert, hat er doch wohl die Pflicht, an einem Beispiel zu zeigen, wie ohne sie ein geologisches Profil, auf das sie Anwendung gefunden hat, erklärt wird!

Aber was der Leser des Buches wohl in erster Linie verlangen kann, ist die ja eigentlich selbstverständliche Forderung, daß die gebotenen Bilder dasjenige darstellen, was ihre Unterschrift besagt, und mit dem beigegebenen Text übereinstimmen.

Leider wird dieser Forderung mehrfach nicht genügt.

Fig. 8 auf S. 11 erscheint geradezu unverständlich, trotzdem *E. Sueß*, *E. Wiechert* und *A. Wegener* als Kronzeugen aufgerufen werden. Der Text gibt die üblichen Vorstellungen und Zahlen für den Bau des Erdinnern: Radius 6378,2 km, Erdkern oder Nife —, Sima 1500 km, davon Sal 100 km. Die Figur gibt 1. Erdkern, 2. Nife, 3. Sima, 4. Sal. 1. ist im Maßstabe der Figur ca. 3840 km, 2. ca. 1024 km, 3. ca. 1536 km. Die eingeschriebenen Zahlen sind: Radius 6400 km, 2500 km, 1500 km, 100 km, also mit dem Text ganz unvereinbar?! Leider ist das nicht der einzige Fall einer unerklärlichen Fahrlässigkeit. Fig. 91 gibt nach *Neumayr* ein Kärtchen der Phlegräischen Felder, aber verkleinert; der Maßstab hätte demnach auch geändert werden müssen, so lesen wir aber: Maßstab 1 : 150 000, während er etwa 1 : 180 000 ist. „Auch im Kleinsten getreu" ist doch eine der Grundforderungen in der Forschung. Was soll man aber zu Fig. 333 sagen, wo ein paar Eisschollen, die das Fahrzeug im Hintergrund weit überragt, die also ca. 1½ m über den Wasserspiegel sich erheben und womöglich

in seichtestem Uferwasser auf dem Grund aufruhen, als arktische Eisberge bezeichnet sind. Jedes Kind weiß, daß im ganzen Eisfjord keine Eisberge anzutreffen sind, es aber doch in der Arktis nicht an gewaltigen Eisbergen fehlt.

Will sich der Verfasser mit dem Leser einen Scherz erlauben? Noch toller ist es mit Fig. 108 bestellt. Text: „Eine gewaltige Decke" (es ist Basalt gemeint) „hat einst einen großen Teil des Atlantischen Ozeans eingenommen und man erkennt ihre Reste in den Far Oer, Island, Grönland (Fig. 108) und Franz-Josef-Land."

Also wir sollen Basalt auf Grönland zu sehen bekommen! Fig. 108 hat aber die Unterschrift: Basaltdecken in der Dickson-Bay, Spitzbergen (nach einer Aufnahme von O. Halladin, Stockholm). Die gebotene Abbildung ist allen Besuchern Spitzbergens 1910, unter Führung des Barons *de Geer*, wohl bekannt, nur heißt 1. der Photograph, der uns begleitete, Halldin; 2. liegt Spitzbergen nicht in Grönland und 3. ist die malerische Felswand nicht aus Basalt, sondern aus den Kieselkalken des Permokarbon gebildet, also überhaupt nicht eruptiver Entstehung, sondern eine der fossilreichsten Meeresbildungen, die wir kennen. Wie nötig wäre es also gewesen, sich bei jemandem, der es wußte, zu erkundigen, wo auf den Bildern sich die darzustellende geologische Erscheinung findet, und dem Leser durch Hilfslinien oder Buchstaben ebenfalls die Auffindung zu ermöglichen; wie oben bereits angeraten! Noch manches wäre an den Bildern auszusetzen; der Raum erlaubt es nicht.

Den heutigen Stand der Forschung stellt es gewiß nicht dar, wenn wir z. B. in der Darstellung der Seismographie von den Apparaten von *Galitzin*, *Wiechert* und *Mainka* kein Wort erfahren; die Darstellung entspricht etwa dem Stand von 1888; welchen gewaltigen Fortschritt bedeuten aber gerade die oben genannten drei Apparate, von anderen zu schweigen!

Noch einige Bemerkungen über die Begleitworte der Bildersammlung. Überall starren uns gesperrt gedruckte technische Fremdausdrücke entgegen. Der obengenannte Freund muß denken, daß die Geologie, diese nur auf Beobachtungen im Freien, auf Wanderungen durch Berg und Tal über die ganze Erde gestützte Wissenschaft, aus lauter ledernen Definitionen bestehe. Selbst vor Bildungen, wie *anekkathäretische Erosion*, *entokinetische Lithoklasen*, wird der angehende Jünger der Geologie nicht bewahrt. Der Verfasser aber hat am Schlusse zwölf Spalten nötig, uns dieses pseudogriechische Kauderwelsch zu erklären, wobei ihm noch trotzdem viele Ausdrücke entgangen sind, z. B. ein „Pipernovulkan"; wo das Verzeichnis doch so geläufige Wörter erklärt, wie arid, fluvial, fossil, Eruption.

Nach diesem Befund wird es niemanden mehr wundern, daß auch die Darstellung nicht auf der Höhe unserer guten geologischen Lehrbücher steht. Ich beschränke mich auch hier auf einige Stichproben: S. 8. „Aus der Abnahme des Sekundenpendels vom Äquator gegen die Pole hin" (das Gegenteil ist der Fall), ... „ergab sich, daß die Erde ein sogenanntes Geoïd ist" (nein: es gibt nur *ein* „Geoïd", eben die wahre Erdgestalt: die Erde ist *das* Geoïd; mit diesem Ausdruck ist gar nichts gewonnen, die Erde ist keiner Klasse von Körpern zugeteilt, wie es nach dem Texte scheint. Liest man diesen Absatz durch, so trifft man noch mehrfach auf Schiefe und Unklarheit des Ausdrucks, leider aber noch an vielen andern Stellen. Oft scheint das Bestreben, längere Darstellungen zu kürzen, der Anlaß dazu. So bei der Erwähnung der Bildung des Monte Nuovo. *Neumayr* spricht in seinem ausführlichen, äußerst klar und anregend geschriebenen Bericht von einer Eruption von *Blöcken* und Asche. Wer einmal zu seinem Gipfel emporgeklommen ist nach Überklettern zahlreicher zackiger Blöcke, kann es nicht billigen, wenn Verf. ihn „durch eine Ascheneruption" entstehen läßt, wozu dann das „wie aus Einem Gusse" sehr schlecht paßt. — Beim Stromboli .... „Sitz des Aiolos, da seine Rauchsäule bis auf den heutigen Tag als Barometer dient. Wenn auch die moderne Wissenschaft diese Art der Wettervoraussage leugnen will" — Fällt ihr gar nicht ein, höchstens könnte sie dieselbe für verfehlt halten. Man vergleiche auch hier die klare, anmutige Schilderung bei *Neumayr*. — Warum Ausdrücke wie seculär für säcular; Synkline; Montaigne Pelée; überaus; Haushalt der Erde; Azot! Atrio *di* Cavallo; Plinianische Eruption, Strombolianisch, vulkanianisch, (d. h. 2—3 Adjektivendigungen, wo doch die deutsche Sprache so reich an Ausdrucksmöglichkeiten ist); Mt.Takoma in Washington state (für Mt. Tacoma im Staat Washington)? Warum Fuß, Meile? Warum die Karte von Montessus mit französischen Bezeichnungen deutscher Orte: Mayence, Francfort, Constance? Kurz, wo man hinschaut, stößt man auf Unzulängliches und fragt sich: welche Lücke füllt das Buch aus? Der alte *Neumayr*, Bd. *1* der Erdgeschichte, ist, soviel mir bekannt, noch billiger, enthält das Mehrfache an Stoff und in geschmackvoller Sprache. Sein Inhalt ist mit großer Gewissenhaftigkeit zusammengestellt. Dieses Buch kann ihn nicht ersetzen.

B. Weigand, Straßburg i. Elsaß.

Fritz, M., Paläogeographische Erdkarten. 8 Blätter in Farbendruck. Mit Textheft. Wien, A. Pichlers Wittwe u. Sohn, 1916. Mit Leinwandrand und Ösen, jedes Blatt K 1,50, M. 1,30; Text K 1,—, M. 0,85.

Die Paläogeographie hat im vergangenen Jahrzehnte gewaltige Fortschritte gemacht, und wo man sich mit der Entwicklung der Erde und ihrer Lebewesen befaßt, da muß sie heute unbedingt Berücksichtigung finden. Die Grundlage aller paläogeographischen Kenntnis ist nun die Feststellung der früheren Verteilung von Land und Meer. Wohl sind schon Hunderte von Karten erschienen, die diese darzustellen suchen, aber sie wenden sich zumeist nur an einen kleinen Kreis fachwissenschaftlich gebildeter Leser, ohne der Allgemeinheit zugänglich zu sein. Da ist es mit Freude zu begrüßen, daß Dr. *M. Fritz* zunächst einmal acht Wandkarten entworfen hat, die die Umrisse der alten Festländer und Meere auch in den Schulen vor Augen zu führen gestatten, die überhaupt der Geologie einen Platz in ihrem Unterrichte anweisen. Sie lassen deutlich die Entwicklung der kontinentalen Elemente im Laufe der Zeiten erkennen, sie zeigen deutlich, daß der heutige Zustand ganz junger Entstehung ist. Selbstverständlich lehnen sich die Karten an die früher von anderer Seite, wie von *Diener*, *Frech*, *Koken*, *Koßmat*, *Lapparent*, *Uhlig* u. a. entworfenen Karten an, zeigen aber doch vielfach in Einzelheiten selbständige Züge. Hier kann nur kurz auf einige große Züge im Erdrelief hingewiesen werden. Im Oberkarbon sehen wir drei große Festländer, im Süden den gewaltigen Südkontinent von Patagonien und Brasilien über Afrika bis Vorderindien und Australien, die Nearktis vom Felsengebirge bis Finnland und zum Schwarzen Meer und die Paläarktis östlich des Ob. Alle drei Erdteile sind durch Meere

voneinander getrennt. In der Mitteltrias reicht die Nearktis nur bis Island und ist hier durch eine schmale Landbrücke mit der von hier bis zur Lena und bis Korea reichenden Paläarktis verbunden. Von Skandinavien führt über Großbritannien, Westfrankreich, westlich an Spanien vorbei eine Landbrücke zu dem wenig veränderten Südkontinente. Im Lias (unteren Jura) sind die drei Landmassen wieder voneinander geschieden. Großbritannien gehört wieder zur Nearktis und die Paläarktis umfaßt Skandinavien, Polen, Rußland und ganz Asien nördlich einer von Astrachan nach Kanton führenden Linie. Im Südkontinent schneidet eine lange schmale Bucht des mittelmeerischen Ozeanes Tethys von Beludschistan bis zur Straße von Mosambique tief ein. Schon im oberen Jura (Kelloway) ist hier die Trennung vollzogen. Der Südkontinent umfaßt nur noch das atlantische Südamerika, Afrika und Arabien. Im Osten ist ihm eine große indomadagassische Insel vorgelagert. Vollständig abgetrennt ist Australien, das auch Neuseeland mit umfaßt. Auch die Paläarktis ist bedeutend eingeschränkt. Sibirien östlich des Lena ist überflutet, Skandinavien durch ein russisches Meer abgetrennt. Auch Großbritannien ist vom Meere bedeckt. In der oberen Kreide ist im Süden auch Neuseeland überflutet, Südamerika von Afrika getrennt. Dafür sind Nearktis und Paläarktis zwischen Grönland und Skandinavien miteinander in Verbindung getreten. Ganz Mittel- und Westeuropa, Nordafrika, Vorderasien, Nordindien und Hinterindien sind aber vom Meere bedeckt. Im unteren Tertiär (Oligozän) stimmen die Süderdteile schon ziemlich mit den heutigen überein, doch umfaßt Afrika auch Arabien und reicht in einer Halbinsel über Madagaskar bis Indien. Skandinavien bildet mit Nordrußland eine große Insel. Ein größeres Festland reicht vom Jenissei über Ostsibirien, China, Nordamerika bis Mexiko und Grönland. Von ihm führt eine Halbinsel über Island und Großbritannien nach Frankreich, in Asien von Tibet aus über Iran nach Kleinasien und der Balkanhalbinsel bzw. über Kaukasus, Krim und Karpathen nach Deutschland. Das alte Mittelmeer ist auf schmale Straßen zusammengeschrumpft, dagegen sind Norddeutschland, Südrußland und Westsibirien vom Meere bedeckt. Die nächste Karte zeigt das Miozänmeer von Europa, in dem besonders das sarmatische Mittelmeer hervorzuheben ist. Das letzte Blatt endlich gilt der diluvialen Vergletscherung der nördlichen Halbkugel. Die Karten sind wissenschaftlich durchaus vollwertig, die Ausführung ist gut, die Farbenwahl und Beschriftung derart, daß auch aus größerer Entfernung alles Wesentliche deutlich zu erkennen ist. Der Text stellt zunächst allgemeine Grundsätze für paläogeographische Rekonstruktionen zusammen und gibt dann einen Überblick über die Entwicklung der Festländer und Meere seit dem Oberkarbon, in dem er der Reihe nach das Gondwanaland (Südkontinent), die Nearktis, die Paläarktis und die Tethys, das große Mittelmeer behandelt, die vier Hauptelemente im Erdrelief der Vorzeit, zu denen als am wenigsten bekanntes fünftes noch der Große Ozean kommt. Leider fehlen alle Literaturangaben. Eine kurze Übersicht der wichtigsten paläogeographischen Rekonstruktionen wäre sicher jedem Benutzer der Karten wertvoll, der sich weiter in die Paläogeographie vertiefen möchte. So wird aber nicht ein einziger Name der Geologen erwähnt, auf deren Arbeiten sich die Karten aufbauen.

Th. Arldt, Radeberg.

Kleine Mitteilungen.

Über die Zerstörung von verarbeitetem Holz durch Käfer und den Schutz dagegen berichtet Dr. Ing. *Friedrich Moll* in der *Naturwissenschaftl. Zeitschr. für Forst- und Landwirtschaft* (14. Jahrg. 1916, Heft 10/11 S. 482—503). Im Vergleich zu den Zerstörungen, welche Borken-, Rüssel- und Bockkäfer am unverarbeiteten Holze vollführen, sind die von Käfern verursachten Schäden an verarbeitetem Holze von viel geringerer wirtschaftlicher Bedeutung. Im Bauholz, wo eigentlich nur einige Bockkäferarten, wie der *Hausbock* (*Hylotrupes bajulus L.*), Schaden anrichten, fallen sie praktisch überhaupt kaum einmal ins Gewicht; empfindlicher dagegen können sich die Schäden an wertvollen Möbeln oder Kunstgegenständen fühlbar machen. Dabei kommen bei uns hauptsächlich fünf Arten kleinerer Käfer in Betracht, welche vier der Familie der *Anobien* eingeordneten Gattungen angehören, nämlich die beiden Anobiumarten *An. striatum L.* und *An. pertinax L.*, dann *Xestobium rufovillosum DG*, weiterhin *Ernobius mollis L.* und endlich *Ptilinus pectinicornis L.* Neben diesen fünf Hauptschädlingen an verarbeitetem Holze treten wohl hier und da noch einige andere ihnen nahestehende Formen, wie *Anobium carpini L.*, *Ptilinus fuscus* (*costatus*) *L.*, *Apate capucina L.*, *Lyctus unipunctatus L.* und *Lymoxylen navale L.* in die Erscheinung, schwere Schäden verursachen die letztgenannten Käfer aber wohl niemals.

Die *Lebensweise* der Tiere weist viele Ähnlichkeiten auf: „Alle Käfer schwärmen im Frühjahr. Nach der Kopulation legen die Weibchen ihre Eier dicht bei dem alten Flugloch ab. Sowie die Larve ausgeschlüpft ist, gräbt sie sich in das Holz ein. *Ernobius mollis* bevorzugt die Borke, die anderen Arten gehen gleich in das Holz, besonders in das Splintholz", wohl deshalb, weil der Gehalt des Splintes an Saft und Zellinhalt (Stärke, Proteinen usw.) sehr viel höher als der des Kernholzes ist und gerade diese Stoffe den Käfern vornehmlich als Nahrung dienen. „Die Larve braucht ungefähr ein Jahr, um sich voll zu entwickeln. Dann frißt sie sich mehr nach der Oberfläche des Holzes hin und fertigt ihre Puppenwiege. In dieser verbringt sie zwei bis drei Wochen, in welchen die Umwandlung in das fertige Insekt vor sich geht. Bei einigen Anobienarten, wie *An. pertinax* und *Hest. rufovillosum* kann das Puppenstadium viel länger, bis zu einem Jahr und darüber, dauern. Der Käfer frißt sich fast unmittelbar nach seinem Ausschlüpfen auf dem kürzesten Wege nach außen durch. Doch bleiben die Anobien während ihres kurzen Lebens ihrer Behausung treu und kehren von ihren Flügen immer wieder dahin zurück." Eine besondere Eigenart der Tiere, die ihnen manchen Beinamen, wie „Klopfkäfer" oder die „Totenuhr" eingetragen hat, ist der eigentümliche *Lockton* der Anobien, das Klopfen im Innern des Holzes. Doch wird dieses Klopfen nicht, wie man lange Zeit glaubte, von den Larven beim Nagen verursacht, sondern „der Käfer erzeugt es dadurch, daß er mit dem Kopfschild gegen die Wandung des Ganges schlägt".

Wie weit verbreitet die „Klopfkäfer" als Zerstörer wertvoller alter Möbelstücke, Holzschnitzereien oder Kunstgegenstände sind, geht schon daraus hervor, daß man „in alten Erbstücken die Fluglöcher der Käfer so regelmäßig findet, daß sie geradezu als Zeichen des Alters angesehen werden". Es ist ja bekannt, daß die Verfertiger von „echten, alten" Möbeln, Truhen, Altarfiguren usw. mit einem wohlgezielten Schrotschuß derartige „Fluglöcher" vorzutäuschen suchen, um die

„Echtheit" ihrer Waren zu erweisen. Besonders mit einem dicken Farbanstrich versehene Schnitzereien zeigen sich häufig als stark von Käfern heimgesucht. Verfasser erklärt das damit, daß „der Farbanstrich einmal die Tiere am Ausschlüpfen verhindert, dann aber auch gewissermaßen die Außenschicht des Holzes ersetzt und so den Käfern, welche ja immer eine dünne Schicht an der Außenseite verschonen, erlaubt, das Holz bis an die Farbschicht heran, d. h. also bis zu dem letzten Rest aufzuzehren".

Wie ist es nun möglich, wertvolle Einrichtungs- und Kunstgegenstände gegen den Befall durch Klopfkäfer zu schützen? Man hat auf Grund der Beobachtung, daß bittere oder stark riechende Holzarten von Anobien nicht angegangen werden, geraten, Jarrah, Buchsbaum und ähnliche Hölzer hauptsächlich zur Verarbeitung heranzuziehen, dabei wurde aber nicht beachtet, daß die dabei in Betracht kommenden Holzarten entweder zu teuer oder so schwer zu bearbeiten sind, daß sie sich zur Herstellung von Einrichtungs- und Gebrauchsgegenständen nicht eignen. Des weiteren wurde der Tatsache zufolge, daß das im Sommer geschlagene Holz seines Saftreichtums wegen den Angriffen von Insekten mehr ausgesetzt ist als das im Winter geschlagene, der Vorschlag gemacht, künstlich eine Saftleere des Holzes durch „Rindenringelung" herbeizuführen. Diese Methode besteht in dem „Wegnehmen eines ringförmigen Rindenstreifens vom lebenden Baum, um dadurch die weitere Zufuhr von Wasser und Stärke zur Krone des Baumes zu unterbinden, die im Stamm vorhandenen Vorräte an Wasser und Eiweißstoffen aufzubrauchen". Diese Methode kann aber aus zwei Gründen nicht zum Ziel führen: einmal ist es auf diese Weise überhaupt nicht möglich, eine Saftleere des Baumes vor seiner Fällung bzw. Verarbeitung zu erreichen, da „der geringelte Baum schon stirbt, wenn ein Teil der Inhaltsstoffe verloren gegangen ist", und dann ist es bis heute durchaus noch nicht einwandfrei erwiesen, daß das von Saft- und Zellinhaltsstoffen freie Holz von den Anobien verschont bleibt. Im Gegenteil kann immer wieder festgestellt werden, daß auch das Kernholz trotz des Mangels an Pflanzenalbumin und freiem Wasser von den Klopfkäfern besiedelt wird. Um dem Befall von geschlagenem Holz im Walde vorzubeugen, ist es geraten, das Holz nicht zu lange in der Borke im Walde lagern zu lassen und dann auch möglichst dafür zu sorgen, daß eine Rindenrißbildung vermieden wird, da die Anobienweibchen ihre Eier stets in Rindenrisse legen. Durch *Imprägnierung* hat man ferner versucht, die Insekten abzuhalten. Dabei hat sich aber die bemerkenswerte Tatsache ergeben, daß selbst Imprägnierungen mit Quecksilbersublimat, Kupfervitriol, Zinkchlorid und Teeröl, welche nach *Moll* als die klassischen Imprägnierungsverfahren gelten, nicht imstande waren, Larven oder Käfer abzutöten: die Klopfkäfer erwiesen sich in den Versuchen der Vergiftung durch *Nahrungsaufnahme* als vollkommen *giftfest*. Weniger Widerstandskraft als gegen Magengifte zeigten die Tiere gegen Gifte, welche auf dem *Wege der Atmungsorgane* in ihren Organismus gelangen. Auf diese Erfahrung mußte sich denn auch eine wirksame Bekämpfungsmethode der Klopfkäfer vornehmlich stützen. Es liegt in dem Wesen dieser Bekämpfungsart begründet, daß die *Ausrottungsmittel* den *Vorbeugungsmitteln* an Sicherheit und Kraft der Wirkung bei weitem überlegen sind. Es gibt eine ganze Reihe von *Ausrottungsmitteln*, wie *Erhitzen* der von Anobien befallenen Stücke bis auf etwa 45° C und *Imprägnieren* mit Stoffen, welche im Holz fest werden, wie *Paraffin*, das als willkommene Nebenwirkung besonders alten zerfressenen Holzwerken wieder eine gewisse Festigkeit verleiht. Beide Methoden werden in besonderen Fällen immer wieder anzuwenden sein, zum allgemeinen Gebrauch sind sie aber aus den verschiedensten Gründen nicht geeignet. Leichter anzuwenden ist schon eine *Imprägnierung* gefährdeter Stücke mit *Wasserlösungen von Metallsalzen und Ölen*, noch besser mit einer Reihe *leicht flüchtiger Stoffe*, wie *Petroleum, Benzin, Alkohol*. Am besten und für die allgemeine Anwendung am meisten zu empfehlen sind die Verfahren der *Behandlung* zerfressener Gegenstände *mit Gasen:* es werden dazu *Schwefel, Formaldehyd, Blausäure* und *Tetrachlorkohlenstoff* benützt. Die Wirkung der Blausäure, deren Anwendung in Amerika nach einem Bericht Prof. *K. Escherichs* schon seit Jahrzehnten weit verbreitet ist, ist am besten, ihrem Gebrauch steht nur ihre auch für den Menschen nicht ungefährliche Giftigkeit entgegen, die es immerhin unerwünscht erscheinen läßt, daß Unerfahrene mit dem Mittel arbeiten. Deshalb empfiehlt Dr. *Moll* für den Hausgebrauch zumeist Tetrachlorkohlenstoff, der meist mit Schwefelkohlenstoff vermischt als benzinähnliche Flüssigkeit in den Handel kommt. Jedenfalls haben wir in der Anwendung der Blausäure und des Tetrachlorkohlenstoffes die beiden Bekämpfungsmethoden gegen die Anobien zu erblicken, welche die meiste Aussicht auf Erfolg versprechen.

H. W. Fr.

Nährhefe als Nahrungsmittel. Von *G. Fendler* und *P. Borinski*. Mitteilung aus der chemischen Abteilung des Medizinalamtes der Stadt Berlin. Als *„Nährhefe"* kommt entbitterte Brauereihefe und sogenannte *Mineralhefe* in den Handel. Beide sollen sowohl als Eiweißanreicherungsmittel für Viehfutter als auch für menschliche Ernährungszwecke dienen. Die von *Fendler* und *Borinski* ermittelte Zusammensetzung einer Bierhefe (Nährhefe) des Instituts für Gärungsgewerbe in Berlin war: 6,92 % Wasser, 50,75 % Stickstoffsubstanz, 3,01 % Fett, 8,50 % Mineralstoffe und 30,82 % Kohlehydrate. Sie weicht nicht allzu erheblich von den Angaben des genannten Institutes ab. Dagegen meinen sie, daß der angegebene Wärmewert der Brauereitrockenhefe von 4520 Kalorien insofern nicht zutreffend ist, indem offenbar die rohen Brennwerte ohne Berücksichtigung der Harnstoffkorrektur eingesetzt sind, während sich unter Zugrundelegung der Rubnerschen Standardzahlen aus der Analyse des Instituts (siehe dessen Flugblatt: Die Bedeutung der Nährhefe als Fleischersatz im Kriege) 3641 und aus vorstehender Analyse 3624 Kalorien berechnen. Nach derselben besteht also Brauereitrockenhefe aus rund 50 % Stickstoffsubstanz (Roheiweiß), so daß 1 kg Trockenhefe etwa den gleichen Gehalt an Stickstoffsubstanz besitzt, wie 2,5 kg mittelfettes Rindfleisch. *Völtz* und *Baudrexel* haben eine 86-prozentige Verwertung der Brauereitrockenhefe durch den menschlichen Organismus festgestellt. Sie ist befriedigend, bleibt aber hinter jener des Fleisches zurück. Unter Berücksichtigung dieser Ausnutzbarkeit kann man den Eiweißwert von 1 kg Brauereitrockenhefe ungefähr demjenigen von 2,3 kg mittelfettem Rindfleisch gleichsetzen. *Fendler* und *Borinski* haben fünf *Mineralhefen* untersucht und folgende Mittelzahlen gefunden: Wasser 8,25 %, Mineralstoffe 15,02 %, Stickstoffsubstanz 46,77 %, Fett 4,85 %, Kohlehydrate 25,10 %. Die Mineralhefe unterscheidet sich in der chemischen

Zusammensetzung von der Brauereitrockenhefe durch einen wesentlich höheren Gehalt an Mineralstoffen, durch einen etwas geringeren Gehalt an Stickstoffsubstanz und durch weniger Kohlehydrate. Nach *Völtz* wird die Stickstoffsubstanz der Mineralhefe zu 85 %, jene der Brauereihefe zu 87 % vom Hunde ausgenützt. Es dürfte hiernach ein wesentlicher Unterschied in der Ausnutzbarkeit nach dieser Richtung auch beim Menschen nicht bestehen. Man kann somit nach *Fendler* und *Borinski* in der Hefe ein vollkommenes, verhältnismäßig billiges Mittel erblicken, welches bei Massenspeisung der Gefahr einer Verarmung der Kost an Eiweiß steuert, vorausgesetzt, daß der Hefezusatz keinen ungünstigen Einfluß auf den Geschmack der Speisen bewirkt und daß die Hefe auf die Dauer vertragen wird.

Das *Medizinalamt in Berlin* hat durch die dortige Schulkinder-Mittagsspeisung Erfahrungen über die Eignung von Trockenhefe für Massenspeisungen gesammelt. Die verwendete *Brauereitrockenhefe* machte sich mehrmals durch einen mehr oder weniger bitteren Geschmack in den Speisen bemerkbar. Die darauffolgenden Versuche mit *Mineralhefe* sind zufriedenstellend ausgefallen, indem die Gerichte nach dem einstimmigen Urteil der Kinder und der beteiligten Erwachsenen von gutem Geschmack waren und gern genommen wurden. Die letzte Versuchsperiode dauerte 57 Tage und die hierbei von jedem Kinde verzehrte Hefenmenge betrug 541 g, d. s. 9,5 g pro Kopf und Tag. *Die Mineralhefe eignet sich deshalb für Massenspeisungen.* (*Deutsche Medizinische Wochenschrift*, 42. Jahrg., Nr. 22.) *W.*

Der Erreger der Maul- und Klauenseuche. Prof. Dr. *Heinrich Stauffacher* (Frauenfeld, Schweiz) hatte anläßlich einer schweren Maul- und Klauenseuchenepidemie im schweizerischen Kanton Thurgau im Herbst des Jahres 1913 Gelegenheit, ausgedehnte Untersuchungen zur Konstatierung des Erregers dieser gefürchteten Seuche anzustellen. Er berichtet über seine Befunde in einer *„Der Erreger der Maul- und Klauenseuche“* betitelten Abhandlung (Verlag Wilhelm Engelmann, Leipzig, 1915). Anfänglich versuchte *Stauffacher* gleich den Forschern, die vor ihm auf diesem Gebiet gearbeitet hatten, durch Bakterienreinkulturen und Überimpfung derselben auf ein Schaf den Erreger zu isolieren. Dieser Versuch schlug trotz oftmaliger Wiederholung immer wieder fehl. Nun kann man daraus, daß es nicht gelang, das Virus der Maul- und Klauenseuche nach Art der Bakterien zu kultivieren, nicht unbedingt den Schluß ziehen, daß der Erreger der Aphthenseuche kein Bazillus sei, immerhin aber hatte *Stauffacher* bei einer angestrengten mikroskopischen Durchsicht zahlreicher Präparate aus infizierten Geweben den Eindruck gewonnen, daß es sich bei dem Erreger der Maul- und Klauenseuche eher um ein Protozoon, denn um ein Bakterium handele. Im ganzen wurden etwa 20 000 Schnittserien vom Gewebe von 26 kranken Tieren untersucht, und zwar wurden dabei Zunge, Flotzmaul, Klauen, Backendrüsen, Herz, Milz und Blut berücksichtigt. Das von der Aphthenseuche befallene Gewebe zeichnet sich sogleich „durch eine Änderung seiner Affinität zu Farbstoffen“ aus, die sich besonders darin zeigt, daß „basische Farbstoffe nicht mehr aufgenommen werden“. Dieser Ausfall an Färbung tritt durchaus nicht plötzlich auf, sondern er vergrößert sich ganz allmählich, je näher der Infektionsherd heranrückt. Da nun die sauren Nucleoproteide, die vornehmlich Affinität zu basischen Farbstoffen besitzen, hauptsächlich im Kern enthalten sind, bleiben die Kerne bei der Anwendung derartiger Färbungsmethoden, wie der Ehrlichschen Fuchsin-Methylenblau-Färbung, ungefärbt. Und da im Plasma infizierter Gewebe jegliche Nuclein- (Chromatin-) Substanz fehlt, nimmt außer dem Kerne auch das gesamte Plasma keinen basischen Farbstoff auf, „die Zelle bleibt also in ihrer ganzen Ausdehnung farblos“. Erst die Vorbehandlung der Präparate mit einer „Beize“, mit einer verdünnten Lösung von Säurefuchsin, belebte das mikroskopische Gesichtsfeld wie mit einem Schlage: es wurden im Plasma und im Kern des Backendrüsengewebes kranker Tiere „intensiv schwarz gefärbte Gebilde“ sichtbar, die zunächst in der Hauptsache rundlich erschienen. Neben diesen rundlichen Gebilden fanden sich aber in der Folge — besonders bei weiter fortgeschrittener Infektion — längliche stäbchen- bis birnförmige oder schwachsichelförmig gekrümmte Individuen. Andere gekrümmte Formen laufen an einem Ende spitz zu, während das andere Ende kugelförmig angeschwollen ist. Gerade die letzteren Formen gelang es, wie Prof. *Stauffacher* die Güte hatte mir brieflich mitzuteilen, nach Drucklegung der Abhandlung morphologisch noch bedeutend besser zu differenzieren: „Während sich früher Köpfchen und Schwänzchen blau färbten, wird jetzt nur noch das Köpfchen blau (basophil), während der Schwanzanhang rot tingiert (oxyphil) ist.“ Durch mühevolle Untersuchungen, welche der Forscher unermüdlich fortsetzte, gelang es, nicht nur den Erreger im infizierten Gewebe, im Blut und in der Blasenlymphe von maul- und klauenseuchenkranken Tieren in den verschiedenen Stadien seiner Entwicklung nachzuweisen, sondern ihn auch zu kultivieren; dabei ergaben sich viele Analogien mit gewissen Stadien der *Leishmania*. Die Kulturen aus der Blasenlymphe und aus dem Blut erkrankter Tiere zeitigten identische Formen. „Die großen unter diesen Geschöpfen erinnern uns an die *Herpetomonas*ähnlichen Kulturformen der *Leishmania* und an die *Herpetomonas*formen der *Trypanosomen*.“

Der letzte Teil der Forschungsarbeit Prof. *Stauffachers* bestand in dem Versuch, die kultivierten Formen auf gesunde Tiere zu überimpfen. Auch dies Experiment glückte und die geimpfte Kuh erkrankte am vierten Tage nach der subkutanen Injektion an „hohem Fieber (40,1°), sehr starkem Speichelfluß, Inappetenz und Blasen an Zunge und an der Innenfläche der Oberlippe und Backenschleimhaut“, eben den typischen Krankheitserscheinungen der Aphthenseuche. Der Beweis scheint demnach einwandfrei geliefert, daß wir in dem zu den *Monadinen (Euflagellaten)* gehörigen Protozoon *Aphthomonas infestans Stauff.* tatsächlich den Erreger der Maul- und Klauenseuche zu erblicken haben. *H. W. Fr.*

Sauerstoff auf der Sonne. Im Spektrum der Sonne fehlen die eigentlichen Sauerstofflinien, und man nahm bisher an, daß dieselben durch andere Linien, insbesondere von metallischen Dämpfen verdeckt werden. Neuerdings hat man nun im Spektrum der Sonnenflecke gewisse Spektralbanden nachweisen können, die u. a. zum Oxyd von Titan gehören und auch beim Laboratoriumsversuch nur dann auftreten, wenn reichlich Sauerstoff vorhanden ist. *A. M.*

Für die Redaktion verantwortlich: *Dr. Arnold Berliner*, Berlin W 9.
Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Druck von H. S. Hermann in Berlin SW.

ur-
aften

cleo-
Farb-
sind,
Fär-
nsin-
asma
tin-)
ge-
„die
arb-
iner
ure-
wie
im
ten-
chst
esen
be-
ing-
chel-
mte
das
rade
cher
ick-
end
ther
etzt
end
st."
der
icht
Blut
nen-
nen
ihn
gien
ren
kter
ater
nas-
die

auf-
ten
lies
kte
an
uß,
en-
len
en-
ge-
yel-
ans
en-
.

ane
hm
be-
en.
-ke
a.
ra-
lch